BENDROSIOS BIOLOGIJOS CHRESTOMATIJA

VIDURINIŲ MOKYKLŲ MOKINIAMS

Originalą redagavo V. KORSUNSKAJA

KAUNAS ŠVIESA 1978

57 (02)(075)
Ka 667

ХРЕСТОМАТИЯ ПО ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

для учащихся средней школы

Составители: *О. В. Казакова, Л. С. Коротkова, З. А. Мокеева*

Москва, «Просвещение», 1970

Vertė **JONAS KEMĖSIUS, ROMUALDAS LEKEVIČIUS**

Lietuvos TSR švietimo ministerijos rekomenduota

Ka 667

Bendrosios biologijos chrestomatija vidurinių mokyklų mokiniams. Originalą redagavo V. Korsunskaja. Kaunas, „Šviesa", 1978. 432 p., iliustr.

Paskutiniame puslapyje sud.: *O. Kazakova, L. Korotkova, Z. Mokejeva.*

Chrestomatija vidurinių mokyklų mokiniams papildo, išplečia ir pagilina bendrosios biologijos vadovėlio turinį.

Ją mokiniai gali skaityti, ruošdamiesi pasisakymams ir pranešimams per pamokas, būreliuose, norėdami patenkinti individualius pažinimo interesus.

Chrestomatijoje pateikiamos mokiniams suprantamos ištraukos iš mokslininkų biologų veikalų. Planas ir medžiagos išdėstymas daugiausia atitinka bendrosios biologijos kurso sistemą.

I, 2, 3 ir 9 skyrius sudarytoja L. Korotkova, 4 ir 5 — O. Kazakova, 6 — Z. Mokejeva, 7 ir 8 — O. Kazakova ir L. Korotkova.

V. Korsunskaja parašė chrestomatijos įvadą ir redagavo originalą.

K 60001—261 / M 853(10)—78 123—78

57 (02)(075)

© Vertimas į lietuvių kalbą, „Šviesa", 1978.

Ši knyga skirta jums, jaunuoliai, kurie mokotės bendrosios biologijos. Joje rasite ištraukų iš įžymių mokslininkų veikalų, kuriuose gvildenamos svarbiausios biologijos problemos.

Ar jums teko girdėti, kad žmonija įžengia į biologijos erą? Mokslininkai mano, kad šio šimtmečio pabaigoje ji taps svarbiausia kitų gamtos mokslų tarpe.

Egzistuoja didis istorinis gyvųjų būtybių gyvenimo ryšys su Žeme, jos vystymosi aplinka, su mineraline — inertiška — Žemės plutos medžiaga.

Fizika, chemija, matematika nagrinėja elementarias materijos savybes ir skaičių dėsnius. Tiksliųjų mokslų pasiekimai neišvengiamai susiduria su biologija, kuri suteikia jiems aukščiausią išraišką, nes padeda suprasti gyvųjų organizmų paslaptis.

Per pastaruosius tris dešimtmečius, sandraugaujant su tiksliaisiais mokslais, biologijoje padaryta fundamentalių atradimų. Dabar ji disponuoja labai gausia faktine medžiaga ir įvairiais tobulais gyvųjų organizmų smulkių struktūrų sandaros ir jose vykstančių procesų tyrimo metodais. Šių duomenų sukaupta iš visų gyvųjų organizmų sandaros lygių: molekulių ir submolekulių, ląstelių, organizmų ir antorganizmų.

Iš mokslinio bendradarbiavimo su fizika, chemija ir matematika aukštumų biologijai atsivėrė grandiozinė puikios ateities taikos ir žmonijos klestėjimo labui perspektyva.

Pateiksime tik keletą pavyzdžių.

Biologija netrukus galės atskleisti galbūt pačią giliausią gamtos paslaptį: kokiu būdu kiekvienas organizmas „skaito ir vykdo" savo individualaus vystymosi programą? Tai reiškia, kad reikia atspėti, kokiais būdais gamta ją „užrašo" ląstelės paveldėjimo aparate, kaip visame organizme, organe, audinyje, ląstelėje reguliuojasi medžiagų apykaita ir energija.

Laukiama, kad biologija išspręstų fotosintezės įvaldymo problemą. Žmogus gali išmokti dirbtinai atkurti procesą, kuris milijardus metų buvo būdingas tik žaliesiems augalams, išspręsti problemą, kaip sparčiai sukurti biologinius atmosferos azoto sujungimo būdus, nes tada būtų galima gerokai padidinti azoto trąšų gamybą.

Išsprendus šias problemas, atsivers plačios galimybės sąmoningai valdyti organizmų augimą ir vystymąsi, išvesti naujas patvarias gyvulių ir augalų veisles, turinčias numatytus požymius ir savybes.

Visa tai labai svarbios problemos.

Mūsų planetos gyventojų skaičius didėja nepaprastai greitai. 2000 metais joje gyvens beveik du kartus daugiau žmonių, negu dabar. Per 100 metų žmonių padaugės iki 12 milijardų. Pagalvokite apie šiuos skaičius ir suprasite, kad jau jūsų gyvenamuoju laikotarpiu bus opios maisto produktų kiekio didinimo, aprūpinimo vandeniu, žmonių apgyvendinimo ir kitos problemos.

Teks sukultūrinti žemes, kurios dabar laikomos bevaisėmis, įsisavinti kalnų, miškų, pelkių, tundrų vietoves. Tokių galimybių dar yra: laukai, sodai, ganyklos užima vos 10% Žemės rutulio paviršiaus. Derlingumas taip pat gali būti padidintas, išvedant tokias augalų veisles, kurios lapo paviršiaus vienetui galėtų sintetinti 2—3 kartus daugiau organinės medžiagos, palyginti su dabartinėmis kultūromis.

Žmogus daug kartų išplės savo ūkinę veiklą vandenynuose ir vidaus vandenyse, kur, pavyzdžiui, planktono gavyba ir perdirbimas žada didelius išteklius maitinimo problemai spręsti.

Aktyvi medicininė intervencija į gyvybinius procesus profilaktikos arba gydymo tikslais neįmanoma, neišgvildenus biologinės įvairių reiškinių ląstelėje ir jos branduolyje esmės. Pakanka paminėti biologinio audinių nesuderinamumo problemą, kurios neišsprendus, jų perkėlimas esti labai ribotas. Arba dar: ištyrus biocheminius procesus nerviniuose centruose, pasidarė galima pasiekti didelių laimėjimų profilaktikoje ir gydant daugelį nervinių ligų. Neminėsime jums kosminės biologijos, bionikos, kibernetikos ir daugelio mokslo apie gyvuosius organizmus naujovių; norėdami pasiskaitysite apie tai chrestomatijoje ir kitose knygose.

Pakanka nedaugelio pavyzdžių, norint pasakyti, kad biologija tarnauja žmogui plačiausia prasme: padeda apsirūpinti maistu, išgydyti ligas, pailginti amžių, protingai naudoti gamtos turtus ir gausinti juos.

Suprantama, kad artimiausiu metu gerokai padaugės darbininkų gausybėje darbo šakų, susijusių su organinės žaliavos gavyba, perdirbimu, kūrimu, gamtos turtų apsauga ir kt. Jų gretose, be abejo, bus ir kas nors iš jūsų.

Tačiau, kokia bebūtų jūsų profesija, saugoti gamtą ir visokeriopai remti partijos ir vyriausybės priemones, skirtas jos apsaugai, turite visi. Ir kas jūs bebūtute, neliksite abejingi liudytojai. Nenutylėsite faktų, bylojančių apie neprotingą ir švaistūnišką elgesį su gamtos dovanomis, oro ir vandens teršimą, brakonierišką gyvūnų naikinimą, biologinių gamtos gyvenimo dėsningumų pažeidimą, jeigu gerai žinosite ir suprasite juos...

Į daugelį jus dominančių klausimų chrestomatijoje rasite atsakymą iš tėvyninių ir užsienio mokslininkų knygų.

Patogumo dėlei medžiaga knygoje išdėstyta pagal vidurinių mokyklų bendrosios biologijos kurso programą.

Kiekviena problemų grupė pradedama nedidele įžanga, kurioje nurodoma, kokie klausimai bus nušviesti. Kai kur rasite teksto, terminų paaiškinimų ir jų vertimų iš užsienio kalbos, informacijų apie mokslininkus ir kt. Kai kuriais atvejais išdėstome sunkiausius klausimus ir pažymime: „sud." (sudarytojai).

Prie visų ištraukų iš mokslo veikalų nurodoma autorius, knygos pavadinimas, vieta, leidykla, išleidimo metai ir atitinkami puslapiai. Todėl labiausiai jus dominančias knygas galite perskaityti patys.

Kai ištraukos viena po kitos pateikiamos iš to paties veikalo, būtini duomenys apie knygą nurodyti tik po pirmąja, o toliau pažymėta: „ten pat, p.".

Chrestomatijos pabaigoje pateikiamas naudotos literatūros sąrašas.

Atskirais, labai retais atvejais ištraukų tekstuose išleistos jums neesminės išnašos, nuorodos ir kt.

Tikimės, kad chrestomatija padės jums plėsti akiratį ir geriau išmokti bendrąją biologiją.

1. Č. Darvino evoliucijos teorija

Apie augalų ir gyvūnų kintamumą, apie aukštesniųjų formų atsiradimą iš žemesniųjų, apie vienų rūšių kilimą iš kitų kai kurie gamtos tyrinėtojai pasisakė dar gerokai anksčiau iki Darvino. Evoliucinių pažiūrų pradmenų randame jau senovės graikų filosofų Faleso, Anaksimandro, Empedoklo, Epikūro ir kitų veikaluose. Gamtos reiškinius jie bandė aiškinti gamtiškai. Tačiau kokios nors evoliucijos teorijos, aiškinančios istorinį organinės gamtos vystymąsi, nei jų laikais, nei vėliau nebuvo pateikta. Vyraujanti pažiūra į gamtą buvo metafizinė. Gamta buvo laikoma nekintama, sustingusia, kaip ją sutvėręs kūrėjas. Gamtininkai, tyrinėdami augaliją ir gyvūniją, siekė atskleisti kūrėjo planą.

Pirmąją evoliucijos teoriją XIX amžiaus pradžioje sukūrė didysis prancūzų biologas Žanas Batistas Lamarkas. Lamarkas įrodė patį evoliucijos gamtoje faktą, bet negalėjo teisingai parodyti jos varomųjų jėgų.

1809 m., kai buvo paskelbta pirmoji Lamarko sukurta evoliucijos teorija, gimė Čarlzas Darvinas. Didysis anglų gamtininkas sukūrė tikrą mokslinę evoliucijos teoriją, kuria pagrįstas ir dabartinis biologijos mokslas. Keliaudamas kariniu laivu „Biglis“ kaip gamtininkas, jis tyrinėjo vandenyno salų ir Pietų Amerikos geologiją, fauną bei florą. Darvinas surinko ir apibendrino gausybę augalų ir gyvūnų kintamumo pavyzdžių. Šie pavyzdžiai paneigė metafizines pažiūras, kad rūšys esančios pastovios.

Apie gyvosios gamtos kintamumą ir vienų rūšių atsiradimą iš kitų buvojo įtikinami faktai. Be savo paties stebėjimų, Darvinas išstudijavo daug faktinės medžiagos, iki tol sukauptos įvairių gamtos mokslų: anatomijos, embriologijos, paleontologijos, geologijos. Lygindamas mokslų duomenis ir savo stebėjimus, jis įsitikino, kad augalai ir gyvūnai kinta, kad gyvoji gamta vystosi, kad vienos rūšys atsiranda ir klesti, o kitos išnyksta.

Istorinis Darvino nuopelnas ne tik tas, kad jis įtikinamai, daugybe faktų įrodė gyvosios gamtos evoliuciją. Daug svarbiau yra tai, kad jis atskleidė evoliucijos veiksnius, nurodė jos varomąsias jėgas: kintamumą, paveldimumą ir natūraliąją atranką. Todėl pagrindinis veikalas, kuriam jis pašventė 20 gyvenimo metų, buvo pavadintas taip: „Rūšių atsiradimas natūraliosios atrankos būdu arba pranašesnių veislių išlikimas kovoje dėl būvio“.

Šis didelis veikalas pasirodė 1859 metais. Per vieną dieną buvo išpirktas visas knygos tiražas. Darvino natūraliosios atran-

kos teorija tapo sensacija. Ji pavergė skaitytojus savo logika ir įtikinamumu. Įsiliepsnojo mokslinės diskusijos, po kurių daugelis gamtininkų tapo jos šalininkais. O Darvinas toliau plėtojo savo teoriją. Ir 1868 metais pasirodė antras didelis veikalas — „Naminių gyvulių ir kultūrinių augalų kitimas“, kuriame pateikiama dirbtinės atrankos teorija ir plėtojamos idėjos, iškeltos ankstesniame veikale, Evoliucijos teorija iš esmės baigiama dėstyti trečiajame dideliame veikale, išleistame 1871 metais,— „Žmogaus kilmė ir lytinė atranka“. Joje Darvinas išdėsto žmogaus atsiradimo iš gyvulių evoliucijos eigoje istoriją ir pateikia gausybę įrodymų.

Darvino rūšių atsiradimo teorija paneigė idealistines pažiūras, kad organinis pasaulis nekintamas ir sukurtas dievo, o knyga „Žmogaus kilmė ir lytinė atranka“ sugriovė pažiūrų į dieviškąją žmogaus kilmę pagrindus. Šią teoriją ir jos autorių aršiai puolė bažnytininkai ir reakcionieriai.

Be šių trijų pagrindinių veikalų, Darvinas parašė nemažai knygų ir straipsnių zoologijos, botanikos, geologijos klausimais.

Darvinas mirė 1882 m. balandžio 19 d. Jis palaidotas greta Niutono Vestminsterio vienuolyne.

Č. Darvino svarbiausios gyvenimo datos visiems žinomos ir, be to, nurodytos vadovėlyje „Bendroji biologija“. Čia pateiksime jo pasisakymus apie sąlygas, leidusias sukurti natūraliosios atrankos teoriją, apie jo ateistinių pažiūrų ir estetinio skonio formavimąsi, apie darbo metodus.

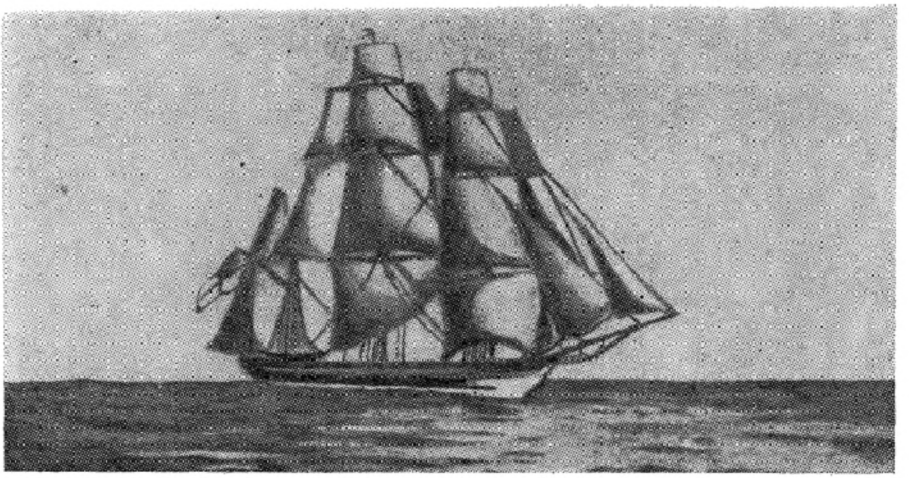
Sud.

Autobiografija

Apsvarstęs mokyklinio gyvenimo metu pasireiškusius mano būdo savitumus, kiek juos galiu prisiminti, manau, kad vieninteliai ką nors gera ateityje žadantieji įgymiai, pasireiškę šiame periode, buvo tai, jog turėjau ryškius ir įvairialyčius polinkius, uoliai atsidėdavau tam, kuo domėdavausi, ir jausdavau didelį malonumą, kai pavykdavo suprasti kokį nors sudėtingą dalyką...

Po dvejų metų, praleistų Edinburge, tėvas pastebėjo ar sužinojo iš seserų, kad mintis būti gydytoju manęs visai nevilioja, ir pasiūlė man ruoštis į pastorius. ...Ryšium su tuo labai atidžiai perskaičiau... ir daugiau teologijos knygų, o kadangi tuo metu neabejojau visišku kiekvieno biblijos žodžio teisingumu, tai greit save įtikinau, kad mūsų tikėjimas pripažintinas ištisai.

Kai pagalvoji, kaip nirtulingai vėliau buvau puolamas bažnytinių ortodoksų, tai net juokinga, kad pats kadaise ketinau tapti pastoriumi. Ir šis ketinimas, taip pat ir mano tėvo noras niekad nebuvo net formaliai atmesti, o tiesiog mirė natūralia



„Biglis“

mirtimi, kai, palikęs Kembridžą, kaip gamtininkas išvykau į ekspediciją laivu „Biglis“...

Iki šiol nepaminėjau vienos aplinkybės, kuri labiau negu kas kita paveikė visą mano karjerą. Turiu galvoje savo draugystę su profesoriumi Henslou [1]... Jis turėjo daug žinių iš botanikos, entomologijos, chemijos, mineralogijos ir geologijos. Ryškiausias jo bruožas buvo daryti išvadas iš ilgai trukusių smulkių stebėjimų. Jo sprendimai būdavo nuostabiai teisingi, ir visa galvosena pasižymėjo pavyzdinga pusiausvyra. Tačiau nemanau, kad kas nors būtų pripažinęs jį turint originalaus genialumo...

Prisimindamas visa tai, pagalvoju, kad manyje būta kažko tokio, kuo išsiskirdavau iš kitų jaunuolių tarpo, nes jei to nebūtų buvę, tai čia nurodytieji žmonės, kurie buvo ir žymiai vyresni už mane, ir savo akademine padėtimi stovėjo aukščiau, nebūtų su manim taip artimai bendravę. Žinoma, aš pats apie save nemaniau, kad esu kuo nors pranašesnis...

...Vienas darbininkas man buvo pasakęs, kad senoje smėlio duobėje, netoli Srusberio, radęs didelę, apsitrynusią atogrąžų kriauklę... Kai apie tai papasakojau Sedžvikui [2], jis tuoj nedvejodamas (ir, be abejo, teisingai) pasakė, kad ją tikriausiai kas nors išmetė į duobę, ir tuojau pat pridūrė, kad jeigu ji čia tikrai būtų iš seno gulėjusi, tai tat būtų tikra nelaimė geologijai, nes apverstų aukštyn kojomis visa, ką ligi šiol žinome apie Vidurinės Anglijos grafysčių paviršines nuosėdas... Iki to laiko buvau perskaitęs nemaža mokslinių knygų, tačiau man dar nebuvo vaizdžiai

[1] Henslou (1796—1861) — anglų biologas ir geologas, Kembridžo universiteto botanikos profesorius. — *Sud.*

[2] Sedžvikas (1785—1873) — anglų geologas, Kembridžo universiteto profesorius. — *Sud.*

išryškėję, kad mokslas yra toks faktų grupavimas, iš kurio galima daryti išvadas ir nustatyti bendrus dėsnius...

Kelionė „Bigliu" buvo neabejotinai svarbiausias mano gyvenime įvykis, nulėmęs visą mano tolesnę veiklą...

Didžiausią reikšmę turėjo geologiniai aplankytųjų vietovių tyrimai, nes čia kaip tik buvo puiki dirva platesniems samprotavimams...

Kitas mano užsiėmimas buvo rinkimas įvairioms klasėms priklausančių gyvūnų, jų trumpas aprašymas bei apgrabus jūros gyvūnų skrodimas. Tačiau dėl nemokėjimo paišyti ir nepakankamų žinių iš anatomijos didelės krūvos kelionės metu susikaupusių rankraščių liko beveik be vertės...

Tačiau šie specialūs užsiėmimai maža teturėjo reikšmės, palyginus su įgytu įpočiu energingai dirbti ir telkti dėmesį ten, kur buvau užsibrėžęs. Visa, ką begalvojau ar beskaičiau, betarpiškai siejosi su tuo, ką mačiau arba tariausi matąs; ir tokio galvojimo įpročio nepalikau per penkerius savo kelionės metus. Esu įsitikinęs, kad kaip tik dėl to, jog įgijau šiuos įpročius, ir galėjau nuveikti mokslo srityje visa tai, ką nuveikiau.

Žvelgdamas į praeitį, matau, kaip meilė mokslui vis labiau ir labiau nugalėjo visus kitus mano pomėgius...

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 26—27, 34—35, 39, 41—42, 45—46.

...Per šiuos dvejus metus man teko daug galvoti apie religiją. Plaukdamas „Bigliu", aš buvau visai ortodoksalus... Tačiau per šį laikotarpį, t. y. nuo 1836 iki 1839 metų, pamažu supratau, kad Senasis įstatymas — su aiškiai melaginga pasaulio istorija, Babilono bokštu, vaivorykštės ženklu... ir kerštingo tirono jausmų priskyrimu dievui — pelno ne daugiau pasitikėjimo, kaip šventos indusų knygos arba kokio nors laukinio žmogaus tikėjimas...

Toliau samprotaudamas apie tai, ...kad, kuo daugiau mes pažįstame nekintamus gamtos dėsnius, vis labiau neįtikimi mums tampa stebuklai; kad tais (tolimais) laikais žmonės buvo tamsūs ir lengvatikiai iki tokio laipsnio, kuris mums beveik nesuprantamas; kad negalima įrodyti, jog Evangelijos buvo sudarytos tuo pačiu laiku, kada vyko jose aprašomi įvykiai; kad jos skirtingai aiškina daugelį svarbių smulkmenų, net labai svarbių, kaip man atrodė, jog šiuos prieštaravimus būtų galima priskirti įprastam liudininkų netikslumui,— dėl šių ir jiems panašių samprotavimų (juos pateikiau ne todėl, kad jie šiek tiek originalūs ir vertingi, bet todėl, kad jie man turėjo įtakos) aš pamažu nustojau tikėjęs į krikščionybę, kaip į dievišką apreiškimą...

...Taip po truputį į mano sielą brovėsi netikėjimas, ir pagaliau tapau visiškai netikinčiu. Bet tai vyko taip lėtai, kad nejutau jokios širdgėlos ir niekada nuo to laiko netgi nė vieną sekundę nesuabejojau savo sprendimo teisingumu...

...Senasis (dievo buvimo) įrodymas, remiantis Gamtoje esančiu iš anksto sumanytu planu, kaip tai išdėstyta Peilio, įrodymas, kuris man atrodė toks įtikimas anksčiau, dabar, kai buvo atrastas natūraliosios atrankos dėsnis, pasirodė nepagrįstas. Mes jau nebegalime daugiau tvirtinti, kad, pavyzdžiui, labai geras kokio nors dvigeldžio minkštakūnio kriauklių suvėrimas turėjo būti sukurtas kažkokios protingos būtybės, panašiai kaip durų užraktas padarytas žmogaus. Matyt, gyvųjų būtybių kintamumo ir natūraliosios atrankos veikimo iš anksto sumanyto plano esama ne daugiau, kaip tos krypties, kuria pučia vėjas...

...Būtybė, tokia galinga ir tokia išmaninga, kaip dievas, kuriantis visatą, mūsų ribotam protui atrodo visagalinti bei visažinanti, ir prielaida, kad dievo geranoriškumas ne beribis, prieštarauja mūsų sąmonei, nes koks gi pranašumas gali būti beveik nesibaigiančios milijonų žemesniųjų gyvūnų kančios? Šis labai senas argumentas prieš tai, kad egzistuojantis kažkoks protingas Pradas, pagrįstas pasaulyje esamomis kančiomis, man atrodo labai stiprus, nes tai, kad yra gausybė kančių, kaip tai buvo ką tik pažymėta, puikiai derinasi su tuo požiūriu, pagal kurį visos organinės būtybės išsivystė, veikiamos kintamumo ir natūraliosios atrankos.

...Kai dėl manęs paties, manau, kad pasielgiau teisingai, nenukrypstamai užsiimdamas mokslu ir pašventęs jam visą savo gyvenimą. Aš nepadariau kokio nors rimto nusikaltimo ir nejaučiu todėl jokio sąžinės graužimo, tačiau dažnai ir labai dažnai gailėjausi, kad nepadariau daugiau gero savo artimiesiems. Vienintelė, bet nepakankamai mane pateisinanti aplinkybė yra ta, kad aš daug sirgau, taip pat ir mano proto konstitucija, dėl kurios man labai sunku mesti vieną dalyką arba užsiėmimą ir imtis kito...

Nieko nėra nuostabesnio, kaip religinio netikėjimo, arba racionalizmo, skleidimas per visą antrąją mano gyvenimo pusę.

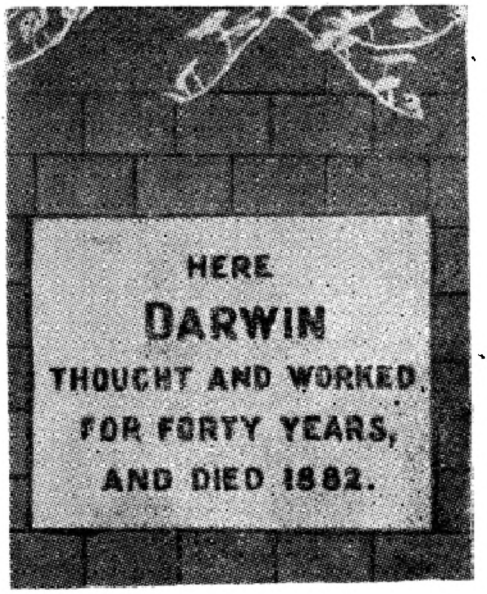
Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера (автобиография), М., Изд-во АН СССР, 1957, p. 98—106.

...Išvardijau visas iš spaudos išėjusias savo knygas... jos ir buvo mano gyvenimo keliarodžiai, tai labai mažai kas beliko dar pasakyti. Nepastebėjau, kad mano galvosenoje per pastaruosius trisdešimt metų būtų įvykęs koks nors pakitimas, išskyrus vieną dalyką, kurį tuoj nurodysiu; tiesą sakant, jokio pakitimo ir nebuvo galima laukti, išskyrus tik bendrą jėgų išsekimą...

Atrodo, kad mano galvosenos yra kažkokia lemtinga ypatybė, kuri mane verčia savo teigimus ar aiškinimus iš pradžių pateikti neteisinga arba nevykusia forma. Anksčiau ilgai apgalvodavau kiekvieną sakinį, prieš jį parašydamas, bet pastaraisiais metais įsitikinau, kad daugiau laiko sutaupau, jei bet kaip ir kiek galėdamas greičiau prikeverzoju ištisus puslapius, perpus sutrumpindamas žodžius, o paskui visa persvarstau ir pataisau. Taip grei-

tomis parašyti sakiniai dažnai išeina geresni už tuos, kuriuos būčiau parašęs, visa atsargiai svarstydamas.

Pasipasakojęs čia apie savo rašymo būdą, dar pridursiu, kad, rašydamas stambiąsias knygas, daug laiko sugaišdavau bendrajam turinio sutvarkymui. Pirmiausia darau visiškai apgrabius dviejų ar trijų puslapių apimties matmenis, o paskui jau kiek platesnę, keleto puslapių, apybraižą, vos keliais ar net vienu žodžiu tepasižymėdamas visą klausimo svarstymą bei daugybę faktų. Kiekviena iš šių antraščių vėl praplečiama, o dažnai perkeliama į kitą vietą, ir tik paskui jau imuosi rašyti in extenso [1]. Kadangi kai kuriose mano knygose labai plačiai panaudojami kitų stebėtieji faktai ir kadangi tuo pačiu metu visuomet užsiiminėdavau keliais skirtingais dalykais, tai čia nurodysiu, kad nuolat turiu nuo trisdešimt iki keturiasdešimt stambių aplankalų, kuriuos laikau spintelėse, o jų lentynos pažymėtos etiketėmis. Į šiuos aplankalus tuojau galiu įdėti reikiamą įrašą ar kokią pastabą. Perku daug knygų ir jų pabaigoje sudarau rodyklę visų faktų, liečiančių mano darbą, o jei knyga ne nuosava, tai išrašau atskiras ištraukas, o tokių ištraukų turiu prisirinkęs pilną didelį stalčių. Prieš pradėdamas darbą kuriuo nors klausimu, patikrinu visas trumpąsias rodykles ir sudarau vieną bendrą sisteminę rodyklę, o paėmęs vieną arba kelis atitinkamus aplankalus, jau ir turiu reikiamas žinias, surinktas per visą savo gyvenimą.



„Čia Darvinas mąstė ir dirbo keturiasdešimt metų ir mirė 1882 metais". Memorialinė lenta ant sienos prie įvažiavimo vartų į Darvino namą Daune

Sakiau, kad vienu atžvilgiu mano protas per pastaruosius dvidešimt ar trisdešimt metų pasikeitė. Iki trisdešimt metų ar dar kiek ir po to man daug malonumo teikė įvairios rūšies poezija, pavyzdžiui, Miltono, Grėjaus, Bairono, Vodsvorto, Kolridžo ir Šelio kūriniai, ir, net mokiniu būdamas, didelį džiaugsmą patirdavau, skaitydamas Šekspyrą, ypač jo istorines dramas. Sakiau taip pat, kad anksčiau nemaža gėrėdavausi paveikslais, o muzika — net labai. Bet štai jau daug metų neturiu kantrybės perskaityti nė vienos eilutės poezijos; neseniai bandžiau skaityti Šekspyrą, bet jis man pasirodė toks nepakenčiamai nuobodus, kad mane tiesiog

[1] Ištisai. — *Red.*

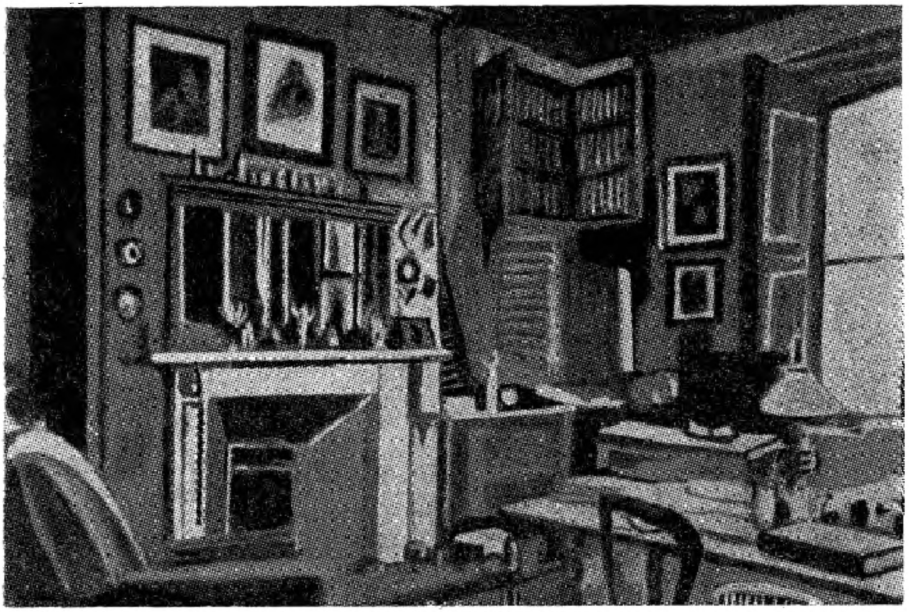
pykino. Beveik visiškai nustojau žavėtis tapyba bei muzika. Užuot teikusi malonumo, muzika mane paprastai verčia dar atkakliau galvoti apie dalykus, kuriuos tuo metu sprendžiu. Dar šiek tiek sugebu grožėtis žavingais gamtos vaizdais; bet tokio gilaus džiaugsmo, kokį teikdavo anksčiau, dabar jie man jau nebeteikia. Kita vertus, romanai, irgi vaizduotės padariniai, net ir ne labai aukšto lygio, pastaraisiais metais man teikia nuostabaus nuraminimo bei malonumo, ir dažnai laiminu visus romanistus. Gausybė jų mano yra perskaityta, ir jie visi man patiko, jei tik buvo bent vidutiniškai parašyti ir nesibaigė blogai, o blogai užsibaigią romanai turėtų būti įstatymo uždrausti. Joks romanas pagal mano skonį nebus pirmarūšis kūrinys, jeigu jame nebus bent vieno asmens, kurį galima visiškai pamilti; o jei toks asmuo yra graži moteris — tai juo geriau.

Šis nuostabus ir apgailėtinas visų aukštesnių estetinių jausmų netekimas ypač keistas dar ir dėl to, kad istorinės, biografinės ir kelionių knygos (nepriklausomai nuo jose esančių mokslinių faktų), taip pat ir įvairūs straipsniai mane tebedomina, kaip ir anksčiau. Mano protas tapo lyg ir kokia mašina, permalančia gausybę faktų į bendruosius dėsnius; bet kodėl tatai sukėlė atrofiją tik tos smegenų dalies, nuo kurios priklauso aukštesnieji estetiniai jausmai — to negaliu suprasti. Žmogus, esąs aukštesnės organizacijos, turįs geriau sudarytą protą, negu mano, turbūt nebūtų taip nukentėjęs; ir jei man tektų pradėti iš naujo gyventi, nusistatyčiau taisyklę bent kartą savaitėje paskaityti kiek poezijos bei pasiklausyti muzikos, tada galbūt tos mano smegenų dalys, kurios dabar atrofavosi, kadangi būtų naudojamos, ir toliau tebeveiktų. Šių jausmų netekimas yra kartu ir tam tikros laimės dalies netekimas; jis galbūt kenkia ir mąstymo sugebėjimui, o juo labiau turėtų atsiliepti žmogaus doroviniam charakteriui, nes nusilpsta mūsų prigimties emocinė pusė...

Kai kurie mano kritikai apie mane sakė: „Taip, jis geras stebėtojas, bet nemoka samprotauti“. Nemanau, kad tai tiesa, nes „Rūšių atsiradimas“ yra nuo pradžios iki galo vienas ilgas argumentas,. ir jis įtikino ne vieną protingą žmogų. Niekas nebūtų galėjęs parašyti šios knygos, neturėdamas tam tikro sugebėjimo samprotauti. Turiu gana daug išradingumo, taip pat sveiko proto bei sprendimo galios tiek, kiek kiekvienas sėkmingai dirbąs savo darbą, advokatas bei gydytojas, bet turbūt ir ne daugiau.

Kalbant apie savybes, kurios man užtikrino pasisekimą darbe, manyčiau, kad esu pranašesnis už eilinių gabumų žmogų tuo, kad sugebu atkreipti dėmesį į tokius dalykus, kurių kiti nelabai pamato, ir moku juos atidžiai stebėti. Mano darbštumas, stebint ir kaupiant faktus, berods, negalėjo ir būti didesnis už tą, koks buvo. Bet svarbiausia yra tai, kad mane traukė į gamtos mokslus nesiliaujanti ir aistringa meilė...

Aš įpratęs gyventi labai tvarkingai, ir tatai man nemaža pravertė, dirbant savo ypatingą darbą. Pagaliau turėjau ir pakan-



Č. Darvino kabinetas Daune

kamai daug laisvo laiko, nes nereikėjo pačiam uzsidirbti duonos. Net nesveikavimas, atėmęs man keletą gyvenimo metų, apsaugojo nuo gyvenimo triukšmo bei tuščių pramogų.

Taigi mano, kaip mokslininko, pasisekimas, kokio dydžio jis bebūtų, priklausė, kiek pats apie tai galiu spręsti, nuo sudėtingų ir įvairialyčių protinių ypatybių bei tam tikrų sąlygų. Svarbiausios tų ypatybių — tai meilė mokslui, begalinė kantrybė ilgai svarstant kurį nors klausimą, darbštumas stebint ir renkant faktus ir geroka dalis išradingumo bei sveiko proto. Tikrai nuostabu, kad, būdamas tokių vidutiniškų gabumų, žymiai paveikiau mokslo žmonių įsitikinimus kai kuriais klausimais.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 70—73, 75—76.

Pagrindiniai Č. Darvino teorijos teiginiai

Nuo to laiko, kai Darvinas sukūrė natūraliosios atrankos teoriją, praėjo daugiau kaip šimtas metų. Per tą laiką nenurimo ginčai tarp šios teorijos šalininkų ir priešininkų. Pagrindinė ginčų priežastis buvo klausimas, ar natūralioji atranka yra svarbiausias evoliucijos veiksnys, jos varomoji jėga, ar ne.

Darvino teoriją patikrino laikas. Ji yra vienintelė materialistinė organinio pasaulio vystymosi teorija. Svarbiausią vietą teorijoje užima klausimas apie evoliucijos varomąją jėgą — n a t ū-

raliąją atranką. Jos pasekmės yra reliatyvus organizmų prisitaikymas ir naujų rūšių atsiradimas iš senųjų.

Pagrindinį evoliucijos veiksnį — atranką ir jos pasekmes — Darvinas pirmiausia išaiškino, stebėdamas naminius gyvulius ir kultūrinius augalus. Išnagrinėjęs pagerintų veislių žemės ūkyje išvedimo praktiką, jis padarė išvadą, kad šiuo atveju lemiamą vaidmenį suvaidino atranka, vykdoma žmogaus. Lygindamas faktus ir taikydamas savo išvadas natūralioms sąlygoms, jis įsitikino, kad ir ten vyksta atranka, bet atrenkantis veiksnys čia yra pati gamta. Aiškindamas natūraliosios atrankos teoriją, Darvinas dažnai remiasi naminių gyvulių pavyzdžiais. Tuo jis visą laiką pabrėžia principinį dirbtinės ir natūraliosios atrankos panašumą. Darvino sukurtos organinio pasaulio evoliucijos teorijos klausimus pateikiame ištraukomis iš jo veikalų.

Sud.

Kintamumas ir paveldimumas

Kintamumo priežastys

Lyginant kurių nors iš seno žinomų naminių gyvulių ar kultūrinių augalų tos pat atmainos (varieteto) ar poatmainio (subvarieteto) individus..., pirmiausia krinta į akį tas faktas, kad jie aplamai vienas nuo kito skiriasi daugiau, negu tos pat rūšies ar atmainos gyvūnai ar augalai, esą natūralioje būsenoje.... šis didelis kintamumas priklauso nuo to, kad tų naminių gyvulių bei augalų gyvenimo sąlygos buvo ne tokios vienodos ir žymiai skyrėsi nuo tų, kuriomis natūralioje aplinkoje gyveno jų protėvinės rūšys... Aišku, rodos, tai, jog organinės būtybės turėjo būti veikiamos naujų sąlygų per keletą kartų, kad jose susidarytų žymesnių pakitimų, kaip lygiai aišku ir tai, kad pradėję kartą kisti organizmai aplamai kinta toliau per daugelį kartų...

Kiek po ilgų tyrinėjimų galiu spręsti, gyvenimo sąlygos, matyti, veikia dviem kryptimis: jos veikia arba tiesiogiai visą organizmą ar kai kurias atskiras jo dalis, arba netiesiogiai, darydamos įtaką dauginimosi sistemai. Kalbant apie tiesioginę įtaką, reikia turėti galvoje tai, kad... kiekvienu atveju veikia du veiksniai, būtent, paties organizmo prigimtis ir sąlygų prigimtis. Pirmasis, rodos, yra daug svarbesnis, nes kartais visiškai panašūs kitimai vyksta, kiek galima spręsti, visai nepanašiomis sąlygomis ir, iš kitos pusės, nepanašūs kitimai vyksta beveik vienodomis sąlygomis. Poveikis palikuonims gali būti arba apibrėžtas, arba neapibrėžtas. Jį galima pavadinti apibrėžtu, jeigu visi ar beveik visi palikuonys, palikti tose pat sąlygose, per keletą kartų modifikuojasi, pakinta tokiu pat būdu. Nepaprastai sunku prieiti kokią nors tikrą išvadą, kiek toli gali eiti tie pakitimai, kuriuos

sukelia apibrėžtasis poveikis. Tačiau neabejotina, kad daugelis smulkių pakitimų priklauso nuo šitų, būtent, poveikių, sakysime, stambumas — nuo maisto gausumo, spalva — nuo maisto kokybės, odos storumas ir plaukuotumas — nuo klimato ir t. t. Kiekvienas iš nesuskaitomų niuansų, kuriais skiriasi mūsų naminių paukščių plunksnų spalva, be abejo, turėjo tam tikrą priežastį. Ir jeigu ta pati priežastis veiktų pastoviai per ilgą eilę kartų daugelį individų, jie tikriausiai visi kistų tuo pačiu būdu...

Neapibrėžtasis kintamumas, sąlygų kitimo padarinys, yra dažnesnis, negu apibrėžtasis, ir jis tikriausiai atliko svarbiausią vaidmenį formuojantis naminėms veislėms. Jis pasireiškia begaliniu įvairumu smulkių ypatybių, kuriomis tos pačios rūšies individai skiriasi vienas nuo kito ir kurių negalima priskirti paveldėjimui nei iš tiesioginių tėvų, nei iš tolimesnių protėvių. Kartais pasirodo net ryškūs skirtumai jaunuose gyvuliuose, kilusiuose iš tos pat vados, ir augaluose, išaugusiuose iš tos pačios sėklų dėžutės. Kartkartėmis iš milijonų individų, augusių tame pat krašte ir mitusių maždaug tuo pačiu maistu, iškyla individai su tokiais nukrypimais sandaroje, kad juos būtų galima pavadinti apsigimėliais, tačiau tarp apsigimimų ir menkesnių pakitimų negalima išvesti jokios griežtos demarkacinės linijos. Visi tokie sandaros pakitimai — ir visai nežymūs, ir ryškiai išreikšti, kurie pasirodo tarp drauge gyvenančių individų, gali būti laikomi gyvenimo sąlygų neapibrėžto veikimo padariniais atskiriems organizmams, panašiai kaip peršalimas įvairius žmones veikia įvairiai, nelygu jų organizmo būsena ir sandara, vieniems sukeldamas kosulį ar slogą, kitiems — reumatizmą ar įvairių organų uždegimą.

Kalbant apie tą pakitėjusių sąlygų poveikį, kurį pavadinau netiesioginiu, būtent, apie jų veikimą per dauginimosi sistemą, kad toks poveikis turi įtaką kintamumui, galima spręsti dalinai iš nepaprasto tos sistemos jautrumo bet kokioms sąlygų permainoms, dalinai iš panašumo... tarp kintamumo, atsirandančio kryžminant skirtingas rūšis, ir to kintamumo, kurį galima pastebėti augaluose ir gyvūnuose, kai jie auginami naujose arba nenatūraliose sąlygose. Daugybė faktų aiškiai rodo, kokia nepaprastai jautri yra dauginimosi sistema mažiausioms permainoms aplinkoje.

Įpročių pakeitimas turi įtakos paveldimosioms organizmo ypatybėms; pavyzdžiui, augalų, perkeltų iš vieno klimato į kitą, pakinta žydėjimo periodas. Gyvūnams didesnis organų naudojimas ar nenaudojimas turi dar ryškesnę įtaką; pavyzdžiui, pastebėjau, kad naminių ančių sparnų kaulai, palyginus su visu skeletu, sveria mažiau, o kojų kaulai — daugiau, negu tie patys laukinių ančių kaulai, ir šį pakitimą, nesibijant suklysti, galima aiškinti tuo, kad naminės antys kur kas mažiau lakioja, o daugiau vaikščioja už savo laukinius protėvius. Didesnis ir paveldimas karvių bei ožkų tešmens išsivystymas tuose kraštuose, kuriuose šiuos gyvulius įprasta melžti, palyginus su tais kraštais, kuriuose šie

gyvuliai nemelžiami, yra, berods, kitas pavyzdys, rodąs organų naudojimo poveikį. Nerasime nė vieno mūsų naminio gyvulio, kuris kokiame nors krašte neturėtų nuluzgusių (nudribusių) ausų, ir minėtasis požiūris, pagal kurį šį faktą galima aiškinti ausies raumenų nenaudojimu, nes šiems gyvuliams retai tenka smarkiau išsigąsti, atrodo tikėtinas.

Organizmų kitimą valdo daug dėsnių... Čia sustosiu tik ties ta kitimo forma, kuri gali būti pavadinta koreliaciniu (santykiniu) kitimu. Svarbūs esminiai pakitimai gemale ar lervoje turbūt sukels pakitimus ir suaugusiame gyvūne. Apsigimimuose santykiavimas (koreliacija) tarp visai skirtingų organų esti labai įdomus; daug tokių pavyzdžių šiuo klausimu pateikiama didžiajame Izidoriaus Žofrua Sent Ilero[1] veikale. Gyvulių augintojai yra įsitikinę, kad ilgas kojas visada atitinka pailga galva. Kai kurie koreliacijos atvejai yra tiesiog nuostabūs: sakysime katės, kurios visiškai baltos ir turi mėlynas akis, paprastai būna kurčios; tačiau... ši taisyklė galioja tik katinams. Spalva esti susijusi su sandaros ypatybėmis,— daug pažymėtinų tam pavyzdžių galima rasti gyvūnuose ir augaluose... Beplaukiai šunys turi neišsivysčiusius dantis; gyvuliai su ilgais ir šiurkščiais plaukais, paprastai sakoma, turi ilgus arba išsišakojusius ragus; karveliai su plunksnotomis kojomis tarp išorinių pirštų turi plėvelę, trumpasnapiai karveliai turi mažas kojas, o ilgasnapiai — dideles. Taigi žmogus, nuolat atrinkdamas ir kaupdamas vieną kurią gyvūno ypatybę, beveik tikrai, pats to nenorėdamas, dėl paslaptingų koreliacijos dėsnių pakeis ir kitas organizmo dalis.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 93—97.

Paveldimi neapibrėžti individualūs kitimai

Nepaveldimi kitimai mūsų čia nedomina. Tačiau paveldimų struktūros nukrypimų — ir mažiau svarbių, ir fiziologiniu atžvilgiu labai reikšmingų,— kiekis ir įvairumas yra begaliniai.

...Jei kuris nors nukrypimas organizmo sandaroje įvyksta dažnai ir pasirodo tėvuose bei vaikuose, tai dar negalime sakyti, ar jis nėra sukeltas tos pačios priežasties, veikusios juodu abu; bet jeigu tarp individų, gyvenančių vienodose iš pažiūros sąlygose, koks nors itin retas nukrypimas, sukeltas išimtinio aplinkybių susidėstymo, pasirodo, sakysime, viename individe iš kelių milijonų ir paskui pasikartoja jo vaikuose, tai jau pati tikimybių teorija beveik verčia mus šį pasikartojimą aiškinti paveldimumu. Kiekvienas mūsų bus girdėjęs apie tokius reiškinius, kaip albinizmas, dygi oda, plaukuotas kūnas, pasirodančius įvairiuose tos pačios šeimos nariuose. Jei esti paveldimi keisti ir reti nukrypimai nuo bendros sandaros, tai tuo labiau galima pripažinti paveldi-

[1] Sent Ileras (1799—1853) — prancūzų botanikas ir keliautojas. — *Sud.*

mumą ne tokių keistų, įprastinių nukrypimų. Galbūt teisingiausias nusistatymas šiuo klausimu bus tas, kad bet kokio požymio paveldimumą laikysime taisykle, o nepaveldimumą — išimtimi.

Daugelis nežymių skirtingumų, kurie atsiranda tų pačių tėvų palikuonyse, ar bent spėjama, kad tų pačių, nes jie stebimi vienos rūšies individuose, gyvenančiuose toje pat ribotoje vietovėje, gali būti pavadinti individualiais skirtingumais. Niekas negalvoja, kad visi tos pačios rūšies individai būtų tarsi nulieti pagal tam tikrą vieną formą. Šie individualūs skirtingumai mums turi labai didelę reikšmę, nes jie dažnai esti paveldimi, tai kiekvienas galėjo patirti; taigi jie teikia medžiagos, kurią natūrali atranka veikia ir kaupia taip pat, kaip žmogus kaupia bet kuria kryptimi individualius skirtingumus naminiuose dariniuose.

Ten pat, p. 98, 123.

Koreliaciniai kitimai

Koreliaciniams kitimams dažnai galime klaidingai priskirti struktūras, bendras ištisoms rūšių grupėms ir iš tikrųjų susijusias tik su paveldėjimu. Kuris nors tolimas protėvis dėl natūraliosios atrankos galėjo įgauti tą ar kitą struktūros pakitimą, o paskui, po tūkstančių generacijų,— kitą, visiškai nepriklausomą pakitimą; ir tiedu pakitimai, perduoti visai grupei palikuonių su skirtingu gyvenimo būdu, mums, aišku, atrodytų tarsi esą būtinai tam tikru būdu koreliuoti. Kai kurios kitos koreliacijos, matyti, gali būti kilusios dėl poveikių, išimtinai būdingų tik natūraliajai atrankai. Pavyzdžiui, A. de Kandolis [1] nurodė, kad sparnuotos sėklos niekada nepasitaiko neatsidarančiuose vaisiuose; šią taisyklę aš linkęs aiškinti tuo, kad, veikiant natūraliajai atrankai, palaipsniui gali susidaryti sparnuotosios sėklos tik tada, kai dėžutės atviros, nes tik tuo atveju sėklos, kurios geriau prisitaikė būti nešiojamos vėjo, taptų pranašesnės prieš kitas, mažiau prisitaikiusias gausiai paplisti.

Ten pat, p. 210.

Rūšies požymiai kinta labiau, negu genties

...Visiems žinoma, kad rūšies požymiai yra kintami labiau, negu gentiniai. ...paaiškinsime paprastu pavyzdžiu. Jei didelės augalų genties kai kurios rūšys turėtų mėlynus žiedus, o kai kurios — raudonus, tai tos spalvos būtų tik rūšies požymis, ir

[1] Alfonsas de Kandolis (1810—1893) — įžymus Šveicarijos botanikas. — *Sud.*

niekas nenustebtų, jei mėlynžiedė rūšis pasikeistų į raudonžiedę ir atvirkščiai; tačiau jei visos rūšys turėtų mėlynus žiedus, tai ši spalva reikštų jau genties požymį, ir jos pasikeitimas būtų jau neįprastinis reiškinys. Šį pavyzdį pasirinkau todėl, kad čia negali būti taikomas aiškinimas, kurį tokiais atvejais siūlytų daugelis gamtininkų, būtent, kad rūšies požymiai kinta labiau, negu genties, todėl, kad jie liečia dalis, kurios fiziologiniu atžvilgiu mažiau svarbios už tas, kurios paprastai imamos gentims nustatyti.

Ten pat, p. 215–216.

Paveldimumo reiškinys

Paveldimumo reiškinys apskritai nuostabus. Atsiradusį naują požymį, kokia bebūtų jo prigimtis, dažniausiai stengiamasi perduoti palikuonims, nors laikinai, o kartais ir gana primygtinai. Kas gali būti nuostabiau už kokios nors nelabai svarbios ypatybės, kuri nėra senoji rūšies savybė, perdavimą per vyriškąsias ar moteriškąsias lytines ląsteles, tokias mažas, kad jos nematomos plika akimi, ir paskui per nuolatinius kitimus, vykstančius, ilgai vystantis gimdoje arba kiaušinyje; ir pagaliau už šios ypatybės atsiradimą palikuoniui, jam subrendus arba net pasenus, kaip tai būna, sergant kai kuriomis ligomis? Arba, kas gali būti nuostabiau už tokį tikrą faktą, kad iš geros pieningos karvės smulkutės kiaušialąstės išsivysto patinas, kurio viena ląstelė, susijungusi su kiaušialąste, duoda patelę, be to, ši patelė, subrendusi turi dideles pieno liaukas, gaminančias daug ir netgi tam tikros kokybės pieno? Tačiau... iš tikrųjų stebina ne tai, kad koks nors požymis yra paveldimas, bet tai, jog kartais kai kurie požymiai neperduodami.

Ч. Дарвин. Изменение домашних животных и культурных растений.— Соч. Т. 4, 1951, p. 438.

Paveldimumo ir kintamumo tarpusavio ryšiai

Po viso to, kas buvo pasakyta, negali būti jokių abejonių, kad sugebėjimas, tiksliau sakant, *galimybė* kitėti yra viena organinės būtybės išskiriančių ypatybių. Betgi ir to fakto, jog gamtoje nėra dviejų tolygių būtybių, pakanka įtikinti, kad tam tikras kintamumo laipsnis yra nuolatinis, beveik neišvengiamas reiškinys. Tuos kitimus mes vadiname atsitiktiniais, nes jų priežastys dažniausiai mums yra nežinomos; tačiau, aišku, nėra jokios abejonės, jog tarp visų tų kitimo priežasčių turi būti ir tos, kurių dėka žmogus gali sukelti pakitimus, t. y. gyvenimo sąlygų ir kryžminimo įtaka, ir taip pat tam tikrą vaidmenį gal vaidina organų mankšta...

Tačiau, norėdamas tuos kitimus pakreipti savo naudai, žmogus turi turėti tokią priemonę, kuri leistų jam sulaikyti ir sukaupti tuos kitimus, atitinkančius jo reikalavimus,— tą priemonę jam suteikia *paveldumas*. Tos savybės esmė, bendra visoms organinėms būtybėms, yra ta, kad kiekviena tų būtybių atkakliai siekia veisti savo tėvų formas. Beveik nėra reikalo įrodinėti, kad tokia ypatybė tikrai egzistuoja — tuo mus įtikina kasdieninis patyrimas: niekam, žinoma, neateis į galvą paabejoti, kad buldogo šuniukas bus buldogas, skaliko šuniukas — skalikas, kiekvienas žino, kaip dėl to yra aukštai vertinami vadinamieji *veisliniai* gyvuliai ir kokią didelę reikšmę medžiotojui turi šuns kilmė. Paimtas plačia prasme paveldumo dėsnis sudaro viso organinio pasaulio pagrindą, jis, imant dalyką iš pagrindų, rodo, kad organinės būtybės kyla iš panašių į save. Tačiau paveldumas neapsiriboja tik gyvulio ar augalo bendros sandaros perdavimu; galima nurodyti daugybę pavyzdžių, ir kiekvienas, aišku, namažai jų žino, kad kokie nors atsitiktiniai pakitimai, kokios nors ryškios ypatybės ir apsigimimai persiduodavo iš kartos į kartą. „Galbūt,— sako Darvinas,— bus protingiau į bet kurio kiekvieno požymio perdavimą žiūrėti kaip į taisyklę, o į jo neperdavimą — kaip į išimtį".

Bet skaitytojas galbūt paklaus, kaipgi suderinti tas dvi ypatybes: *paveldumą ir kintamumą,* kaip suderinti tą, kad gyvos būtybės atkakliai stengiasi išlaikyti savo tėvų formą ir tuo pat laiku kinta? Iš tikrųjų viso to prasmė yra tokia: kiekvienas organizacijos bruožas yra paveldimas, vadinasi, ir kiekvienas atsitiktinis pakitėjimas yra paveldimas, *jei* tik naujų veiksnių įtakai neims veikti prieš tą perdavimą, sukeldama naujus pakitimus... Paveldumo dėsnis griežčiau yra taikomas toms būtybėms, kurios atsirado neįtytinio dauginimosi būdu, kaip tik dėl to, kad tas kelias turi vienu kintamumo šaltiniu mažiau. Panašiai priešais veikiančiai įtakai mes turime priskirti priežastį to fakto, kad vaikai tik dažniausiai, o ne visuomet, yra panašūs į savo tėvus. Ta prasme mes ir turime suprasti ką tik pateiktus Darvino žodžius, kad požymių perdavimą reikia laikyti taisykle, neperdavimą — išimtimi; kitais žodžiais tariant, mes turime prileisti, kad *paveldumas* yra būtinas reiškinys, o *kintamumas* — tik galimas ir paprastas.

Nauda, kurią žmogus gali gauti iš tų dviejų organinių būtybių ypatybių, yra aiški: kintamumas teikia jam turtingą nukrypimų pasirinkimą, paveldumas įgalina tuos nukrypimus įtvirtinti. Tokiu būdu, jis gali kaupti, bruožą po bruožo, švelniausius kintamumo atspalvius, per kelias kartas santraukoje gaudamas gana žymius ir visiškai apibrėžtus nukrypimus. Veislių tobulinimo procesas, kuris remiasi šiais pradais, anglų gyvulių augintojų tarpe gavo *atrankos-selection* vardą.

K. A. Timiriazevas. Carizas Darvinas ir jo mokslas. Vilnius, 1950, p. 78—80.

Dirbtinė atranka

Naminių veislių atsiradimo priežastys

Dabar trumpai perbėgsime akimis tas pakopas, kuriomis vyko naminių veislių formavimasis,— vis tiek, ar jos vystėsi iš vienos, ar iš keleto artimų rūšių. Tam tikrą vaidmenį čia galima pripažinti tiesioginiam ir apibrėžtam išorinių gyvenimo sąlygų veikimui, taip pat ir įpročiui. Bet būtų per drąsu tik vienais šiais veiksniais aiškinti skirtumus tarp sunkiojo ir lenktynių arklio, tarp kurto ir pėdsekio šunies, tarp pašto ir vartiklių karvelių. Viena labiausiai pažymėtinų mūsų naminių veislių ypatybė yra ta, kad čia matome prisitaikymą, bet prisitaikymą ne gyvūno ar augalo naudai, o kokiam nors žmogaus reikalui ar kokiai jo užgaidai... Tačiau, lygindami sunkųjį arklį su lenktynių, vienkuprį kupranugarį su dvikupriu, įvairias veisles avių, kurių vienos ganomos kultivuojamoje žemėje, kitos — kalnų ganyklose, turinčias vilną, vienos veislės — tinkančią vienam reikalui, kitos veislės — kitam; lygindami įvairias šunų veisles, kurių kiekviena yra naudinga žmogui kitokiu atžvilgiu; palyginę peštuką gaidį, tokį atkaklų peštynėse su kitomis, visiškai taikingomis veislėmis, su „amžinai dedančiomis" vištomis, niekad nenorinčiomis perėti, ir su mažomis dailiomis bentaminėmis vištelėmis; lygindami pagaliau tą gausybę grūdinių, daržovinių, vaisinių ir gėlinių augalų veislių, naudingų žmogui įvairiais metų laikais ir tarnaujančių įvairiems jo praktiniams poreikiams arba teikiančių malonumo jo akiai,— visa tai lygindami, turime, manau, ieškoti paaiškinimo giliau, negu tik paprastame kintamume. Neįmanoma sutikti, kad visos veislės staiga atsirado tokios tobulos ir tokios naudingos, kokias jas dabar matome; be to, daugeliu atvejų tikrai žinome, kad jų istorija buvo ne tokia. Raktas čia yra — žmogaus sugebėjimas atrankos būdu kaupti atsirandančius kitimus; gamta vieną po kito teikia kitimus, o žmogus juos telkia tam tikromis, jam naudingomis kryptimis. Šia prasme galima sakyti, kad jis pats sukūrė naudingas sau veisles.

Didžiulė šio atrankos pradmens reikšmė nėra tik hipotezė. Žinomas faktas, kad kai kurie pagarsėję gyvulių augintojai net vieno žmogaus amžiaus būvyje žymiai pakeitė galvijų bei avių veisles.

Carlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius. 1959. p. 110—111.

Nesąmoninga atranka

Šiais laikais žymūs gyvulių augintojai stengiasi sistemingos atrankos būdu, pasirinkdami aiškiai apibrėžtą tikslą, išvesti naujas atmainas arba poveislius, pranešančius savo ypatybėmis visa, kas iki šiol kalbamąja linkme jų kraštuose buvo pasiekta. Tačiau mūsų

atveju svarbesnė yra toji atrankos forma, kurią galima pavadinti nesąmoninga ir kuri vyksta taip, kad kiekvienas stengiasi turėti geriausius gyvulius ir iš jų palikti veislei geriausius individus. Sakysime, kas ketina laikyti pointerius (medžioklinius šunis), tas, aišku, stengiasi įsigyti kuo geresnius tos veislės šunis ir paskui veisti prieauglį iš geriausiųjų individų, bet jis čia dar neturi tikslo ar vilties pagerinti pačią veislę. Vis dėlto galime daryti išvadą, kad panašus procesas, trukdamas ištisus šimtmečius, gali pakeisti ir patobulinti bet kurią veislę... Lėtai vykstančius, nežymius šios rūšies pakitimus galima konstatuoti tik turint iš seniau atlikto matavimo duomenis arba tikslius piešinius ir lyginant juos su dabartiniais gyvūnais ar augalais. Tačiau kai kuriais atvejais žemesnės civilizacijos kraštuose, kur mažiau buvo išsivystęs rasių gerinimas, dar galima aptikti nepakitusių arba visai nedaug tepakitusių tos pat veislės individų. Yra pagrindo manyti, kad karaliaus Karolio I [1] spanielis (King Charles's spaniel) tokios nesąmoningos atrankos dėka žymiai pakito nuo monarcho laikų. Itin kompetentingi specialistai įsitikinę, kad mūsų seteris yra tiesia linija kilęs iš spanielio, pastarajam per ilgą laiką pamažu kintant. Žinoma, kad anglų pointeris labai smarkiai pakito per pastarąjį šimtmetį,— ir pakito šiuo atveju, manoma, ypač dėl kryžminimo su skaliku (fox hound); bet mus čia domina tik tai, kad tas kitimas, vykęs nesąmoningai ir palaipsniui, vis dėlto buvo toks efektyvus, jog, nors ispanų pointeris tikriausiai pateko pas mus iš Ispanijos... dabar Ispanijoje nėra vietinio šuns, kuris panėšėtų į mūsų pointerį...

Juatas [2] pateikia puikų pavyzdį atrankos, kurią galima laikyti nesąmoninga ta prasme, kad patys augintojai visai nelaukė ir net nesiekė tų išdavų, kurias jie gavo, būtent, dviejų skirtingų veislių atsiradimo. Dvi Leicesterio veislės avių bandos... „buvo išvestos, kaip pažymi Juatas, iš vienos kilminės Beikvelo (Bakewell) [3] veislės ir daugiau kaip penkiasdešimt metų buvo auginamos visai atskirai, nemaišant su kitomis veislėmis. Niekam, kas supranta šiuos reikalus, nekils nė mažiausios abejonės, kad abu savininkai stengėsi išsaugoti p. Beikvelo veislės grynakraujiškumą,— o vis dėlto skirtumas tarp šių dviejų savininkų laikomų avių dabar yra toks didelis, kad jos atrodo priklausančios dviem varietetams..."

Turint galvoje čia išdėstytą pažiūrą į svarbų vaidmenį, kurį atliko žmogaus daroma atranka, iš karto paaiškėja, kodėl mūsų naminės veislės savo sandara ir įpročiais yra prisitaikiusios prie žmogaus poreikių ar užgaidų. Galime, manau, taip pat suprasti, kodėl mūsų naminės veislės dažnai yra tokios nenormalios, o, be to, kodėl, taip ryškiai skirdamosi išoriniais požymiais, jos savo vidinėmis dalimis bei organais skiriasi viena nuo kitos palyginti visai nežymiai. Žmogus beveik negali arba labai sunkiai tegali

[1] Karolis I — Anglijos karalius nuo 1625 m. iš Stiuartų dinastijos. — *Sud.*
[2] Juatas — garsus gyvulių augintojas Anglijoje. — *Sud.*
[3] Beikvelas — garsus gyvulių augintojas Anglijoje. — *Sud.*

atrinkti tuos gyvulių ar augalų sandaros pakitimus, kurie nepastebimi iš išorės; kita vertus, jam retai ir terūpi, kas yra organizmo viduje. Jis gali taikyti atranką tik tų kitimų atžvilgiu, kuriems pradžią, kad ir nežymią, yra davusi gamta...

Nereikia manyti, kad struktūriniai nukrypimai turi būti labai dideli, kad galėtų patraukti mėgėjo dėmesį; jis pastebi mažiausią nukrypimą, o žmogus yra pratęs branginti kiekvieną, kad ir smulkiausią, naujenybę, jeigu jis pats ją surado. Be to, apie vertę, kurią žmogus seniau galėjo teikti smulkiam individualiam nukrypimui, nereikia spręsti pagal šių dienų reikalavimus, kadà jau egzistuoja keletas visiškai nusistovėjusių grynų veislių. Žinoma, kad karveliuose ir dabar kartkartėmis pasirodo daug nedidelių pakitimų, bet augintojai jas atmeta kaip ydas arba nukrypimus nuo priimto tai veislei standarto. Paprastoji žąsis neturi jokių ryškių varietetų, todėl neseniai mūsų naminių paukščių parodose paprastoji ir tulūzinė žąsys, tesiskiriančios tik plunksnų spalva, tai nepastoviausiu iš paukščio požymių, figūravo kaip atskiros veislės.

Ten pat, p. 114—115, 117—118.

Nesąmoninga atranka civilizacijos pradžioje

Nesąmoninga atranka, tikrąja to žodžio prasme, tai yra naudingiausių gyvulių laikymas, negalvojant apie ateitį, ir nesirūpinimas mažiau naudingais arba jų sunaikinimas, matyt, vyko kartkartėmis net seniausiais laikais ir labiausiai laukinėse tautose. Laukiniai dažnai kenčia badą, o kilus karams, kartais išvaromi iš savo tėvynės. Vargu ar galima dvejoti, kad tokiais atvejais jie išsaugo naudingiausius savo gyvulius...

Kai dėl augalų, tai pačioje civilizacijos pradžioje tikriausiai buvo auginamos geriausios tuo metu žinomos atmainos ir kartais pasėjamos jų sėklos, taigi jau seniausiais laikais vyko tam tikra atranka, nors tuomet ir nebuvo iš anksto nustatyto tobulumo standarto ar minties apie ateitį. Dabar mes skiname vaisius atrankos, kuri kartkartėmis nesąmoningai buvo vykdoma tūkstantmečiais. Tai įrodo polinių pastatų tyrinėjimai Šveicarijoje..., mūsų dabartinių veislių kviečių, miežių, avižų, žirnių, pupų, lęšių ir aguonų grūdai bei sėklos yra stambesni už tuos, kurie buvo sėjami Šveicarijoje neolito ir bronzos amžiais. Šios senosios tautos neolito epochoje turėjo netgi laukinį obuolį, gerokai didesnį už tą, kuris, irgi laukinis, dabar auga Juroje [1], Plinijaus [2] aprašytos kriaušės buvo, matyt, daug blogesnės kokybės, negu mūsų dabartinės. Ilgalaikės atrankos ir kultūrinimo reikšmę galime įvertinti dar kitu būdu:

[1] Jura — kalnai Prancūzijoje ir Šveicarijoje. — *Sud.*

[2] Plinijus Vyresnysis (23—79) — senovės Romos rašytojas ir mokslininkas. Jis yra parašęs 37 tomų „Gamtamokslį". — *Sud.*

kuris sveikai galvojantis žmogus imsis išvesti pirmarūšį obuolį iš tikrai laukinės obelies sėklų arba sultingą, tirpstančią burnoje kriaušę iš laukinės? Alfonsas de Kandolis man praneša, kad Romoje jis neseniai matė vienoje senovinėje mozaikoje pavaizduotą melioną, bet kadangi romėnai, buvę garsūs smaguriautojai, nutyli apie šį vaisių, jis daro išvadą, jog melionas nuo klasikinių laikų buvo labai pagerintas.

Ч. Дарвин. Изменение домашних животных и культурных растений. — Соч. Т. 4. 1951, p. 610—611.

Metodinė atranka

...Atranka vykdoma metodiškai, jeigu mėgėjas stengiasi pagerinti ir pakeisti veislę, vadovaudamasis iš anksto nustatytu tobulumo standartu; arba mėgėjas veikia nemetodiškai ir nesąmoningai ir tik stengiasi išvesti kiek galima geresnius paukščius, neturėdamas jokio noro ir siekimo pakeisti veislę. Kai atranka vykdoma sėkmingai, beveik neišvengiamai imama nebevertinti ankstesnių, mažiau pagerintų formų, taip pat ir daugelio kiekvienos ilgos genealoginės linijos tarpinių formų, ir jos pagaliau išnyksta. Taip ir atsitiko, kad dauguma mūsų dabartinių rasių taip nuostabiai skiriasi viena nuo kitos ir nuo pradinės formos, laukinio melsvojo karvelio.

Ten pat, p. 273.

Arklio istorija

Arklio istorija slypi gilioje senovėje. Prijaukinto šio gyvulio liekanų aptikta „neolito periodo“ poliniuose šveicarų pastatuose. Dabar veislių daugybė... Kai kurios veislės labai skiriasi ūgiu, ausų forma, karčių ilgiu, kūno proporcijomis, gogo, strėnų ir ypač galvos forma. Palyginkite arklį šuolininką, sunkųjį arklį ir škotų poni pagal ūgį, kūno sudėjimą bei charakterį, ir pamatysite, kiek labiau jie skiriasi, negu septynios arba aštuonios kitos dabar gyvenančios Equus [1] genties rūšys viena nuo kitos...

Vargu ar galima abejoti, kad ilgalaikė žmogui naudingų savybių atranka buvo svarbiausias veiksnys, susidarant įvairioms arklio veislėms. Pažvelkite į sunkųjį arklį, kaip jis gerai prisitaikęs vežioti sunkius krovinius ir kaip nepanašus nė į vieną jam giminingą laukinį gyvulį. Anglų arklys šuolininkas, kaip žinoma, buvo išvestas, sumaišius arabų, turkų ir laukinių arklių kraują, tačiau atranka, praktikuota Anglijoje jau labai senais laikais, kartu su treniruote iš jo padarė būtybę, visiškai skirtingą nuo protėvių...

Ten pat, p. 135, 139.

[1] Equus — arklys. — *Sud.*

Nesąmoningos ir metodinės atrankos palyginimas

Nesąmoninga atranka. Kaip jau aiškinau, šią atranką suprantu kaip žmogui vertingiausių individų išlaikymą ir nevertingų sunaikinimą, be jokio sąmoningo jo ketinimo pakeisti veislę. Sunku tiesiogiai įrodyti, kokie tokios atrankos rezultatai, tačiau netiesioginių įrodymų yra daug. Iš tikrųjų metodinė ir nesąmoninga atranka mažai skiriasi, išskyrus tai, kad vienu atveju žmogus elgiasi apgalvotai, o kitu — ne. Abiem atvejais žmogus laiko tuos gyvulius, kurie jam naudingiausi arba labiau patinka, o kitus sunaikina arba palieka likimo valiai. Tačiau, be abejonės, metodinės atrankos rezultatai išryškėja daug greičiau, negu nesąmoningos...

Nesąmoninga atranka susilieja su metodine taip, kad jų beveik negalima atskirti. Kai senais laikais mėgėjas pirmą kartą pastebėjo karvelį, turintį nepaprastai trumpą snapą arba gerai išsivysčiusias uodegos plunksnas, šis mėgėjas, nors ir išvedė šių paukščių palikuonis, turėdamas aiškų ketinimą padauginti šį varietetą, jis negalėjo būti užsibrėžęs išvesti trumpasnapį vartiklį arba povinį karvelį ir buvo toli nuo minties, jog žengė pirmąjį žingsnį į šį tikslą. Jeigu jis būtų galėjęs matyti galutinį rezultatą, būtų buvęs nustebintas, tačiau tikriausiai, sprendžiant pagal tai, kiek žinome apie mėgėjus, neimtų tuo žavėtis. Mūsų anglų pašto karveliai, indų karveliai ir trumpasnapiai vartikliai labai pasikeitė tokiu pat būdu, kaip galime spręsti iš istorinės informacijos, pateiktos skyriuose apie karvelius, ir lygindami paukščius, atvežtus iš tolimų šalių.

Tas pats atsitiko ir su šunimis: šiuolaikiniai mūsų skalikai skiriasi nuo senųjų anglų skalikų; mūsų kurtai tapo lieknesni; škotų elniniai skalikai pasikeitė ir dabar yra reti. Mūsų buldogai skiriasi nuo anksčiau naudotų buliams pjudyti. Mūsų pointeriai ir niufaundlendai neišlaikė artimo panašumo nė su vienu iš vietinių šunų, kurie dabar gyvena tose šalyse, iš kur anie atvežti. Šių pakitimų iš dalies pasiekta kryžminant, tačiau visais atvejais rezultatą nulemia griežčiausia atranka. Tačiau nėra pagrindo manyti, kad žmogus apgalvotai ir metodiškai padarė veisles būtent tokias, kokios jos yra dabar. Kadangi mūsų arkliai darėsi greitesni, o žemės buvo apdirbama vis daugiau ir ji tapo lygesnė, prireikė greitesnių skalikų, ir jie buvo išvesti, bet tikriausiai niekas aiškiai nenumatė, kokie jie bus. Mūsų pointeriai ir seteriai (pastarieji beveik neabejotinai kilę iš stambiųjų spanielių) labai pasikeitė pagal madą ir didelio greičio reikalavimą. Išnyko vilkai, išnyko ir vilkšuniai; elnių pasidarė mažiau, buliai daugiau nepjudomi, ir šie pasikeitimai atsiliepė atitinkamoms šunų veislėms. Tačiau galime būti beveik tikri, kad tada, pavyzdžiui, kai nustota pjudyti bulius, niekas sau nepasakė: dabar aš imsiu veisti mažesnius šunis ir tokiu būdu išvesiu dabartinę veislę. Keičiantis aplinkybėms, žmonės palengva ir nesąmoningai keitė atrankos kryptį.

Arklių šuolininkų atranka pagal greitį buvo vykdoma metodiškai, ir dabar mūsų arkliai yra pranašesni už savo protėvius.

Ten pat, p. 607—609.

Aplinkybės, palankios atrankai

Dabar pasakysiu keletą žodžių apie aplinkybes, kurios padeda arba trukdo žmogaus atrenkamajai veiklai. Didelis kintamumo laipsnis, aišku, yra palanki aplinkybė, nes duoda apsčiai medžiagos selekciniam darbui; tačiau nereikia manyti, kad vien tik individualių skirtumų, jeigu rūpestingai juos atrinksime, nepakaktų sukaupti dideliam kiekiui pakitimų beveik kiekviena norima linkme. Bet kadangi žmogui naudingos ar malonios variacijos įvyksta tik atsitiktinai, tai tikimybės joms pasirodyti bus žymiai daugiau, laikant daugiau individų. Taigi didesnis individų kiekis yra labai svarbi pasisekimo sąlyga... Esant mažam individų skaičiui, jie visi, nepaisant kokia bebūtų jų kokybė, bus paliekami veislei, ir tuo faktinai bus užkertamas kelias atrankai. Bet svarbiausia sąlyga turbūt yra ta, kad gyvulys ar augalas turėtų žmogui tokią vertę, jog šis akylai sektų kiekvieną, kad ir mažiausią, jo ypatybių ar sandaros nukrypimą. Be tokio stebėjimo nieko teigiama negalima pasiekti. Man teko nugirsti rimtu tonu pasakytą pastabą: koks, girdi, laimingas sutapimas, kad žemuogė ėmė kitėti kaip tik nuo to laiko, kai sodininkai atkreipė į ją dėmesį! Be abejo, žemuogė kito visą laiką, kai buvo pradėta ją auginti, tik į tuos menkus kitimus niekas nekreipė dėmesio. Tačiau kai sodininkai pradėjo sėklai atrinkti tokius augalo egzempliorius, kurie išsiskirdavo iš kitų šiek tiek stambesnėmis, greičiau prinokstančiomis ar skanesnėmis uogomis, kai ėmė auginti iš jų sėklų sėjinukus ir vėl atrinkti geriausius iš jų tarpo vienetus sėklai, tai, prisidėjus dar kryžminimui tarp skirtingų rūšių, ir buvo gautos tos nuostabios žemuogių atmainos, kurios pasirodė per pastaruosius penkiasdešimt metų.

...tos pat rūšies naminės atmainos viena nuo kitos skiriasi beveik visomis ypatybėmis, kuriomis žmogus rūpinosi ir kurioms yra taikęs atranką, daugiau negu viena nuo kitos skiriasi laukinės tos pat giminės rūšys...

...Tačiau tarp tų visų kitėjimo priežasčių vyraujanti galia, rodos, bus akumuliuojamasis veikimas atrankos, taikomos sistemingai ir greitai arba nesąmoningai ir lėtai, bet užtat efektyviau.

Carlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 118—121.

Atrenkamieji požymiai ir veislių skirtingumo priežastys

Žmogus iš tikrųjų nesukelia kintamumo: jis tik nesąmoningai suteikia organinėms būtybėms naujas gyvenimo sąlygas, o tada jau organizmus gamta ima veikti ir juos atitinkamai pakeičia. Tačiau žmogus gali atrinkti ir atrenka gamtos jam pateiktus kitimus ir kaupia juos bet kuria norima kryptimi. Taip jis gyvūnus ir augalus pritaiko savo naudai arba malonumui. Jis gali tatai daryti sistemingai arba nesąmoningai, išsaugodamas pastaruoju atveju indi-

vidus, kurie jam naudingiausi arba maloniausi, visai nesistengdamas pakeisti veislės. Be abejo, jis gali turėti nemaža įtakos veislės pobūdžiui, kiekvienoje generacijoje atrinkdamas nežymius individualius skirtingumus, kuriuos gali pastebėti tik įgudusi akis. Šis nesąmoningos atrankos procesas buvo didžiulis veiksnys formuojantis skirtingiausioms ir naudingiausioms naminėms veislėms. Kad daugelis žmogaus sudarytų veislių dažnai turi natūralių rūšių pobūdį, įrodo neišsprendžiamos abejonės, ar daugelis iš jų yra varietetai, ar savo kilme visai skirtingos rūšys.

Ten pat, p. 518.

Ilgalaikės atrankos įtaka

...Ilgalaikės atrankos įtaka,— nesvarbu, ar ji būtų metodinė, nesąmoninga, ar jų derinys,— gerai įrodoma bendriausia forma, lyginant įvairių rūšių varietetų skirtumus, nes juk rūšių vertinamos ne tos pačios dalys, pavyzdžiui: lapai arba stiebai, arba stiebagumbiai, sėklos arba vaisiai, arba žiedai. Ryškiausiai skiriasi dalis, kurią žmogus labiausiai vertina. Sažrė [1] pastebi, kad medžių, auginamų vaisiams, vaisiai būna stambesni, negu motininės rūšies, tuo tarpu medžių, auginamų sėkloms, pavyzdžiui, lazdyno, graikinio riešutmedžio, migdolo, kaštono ir kt., stambesnė būna pati sėkla; šį faktą jis aiškina tuo, kad vienu atveju vaisius, o kitu sėkla daugelį amžių buvo atidžiai stebimi ir atrenkami...

Kaip jau rašyta anksčiau, agrastų atmainų vaisiai būna labai skirtingi, o žiedų ir vegetatyvinių organų skirtumai vos pastebimi. Slyvų vaisių skirtumai taip pat, matyt, ryškesni, negu žiedų ar lapų. Antra vertus, žemuogės sėklos, kurios atitinka slyvos vaisių, beveik vienodos, tuo tarpu visiems žinoma, kaip labai skiriasi įvairių jos atmainų vaisiai, t. y. išaugę žiedsosčiai. Obelų, kriaušių ir persikų žiedų bei lapų skirtumai gana ryškūs, tačiau, kiek aš galiu spręsti, jie neatitinka vaisių nepanašumo laipsnio. Antra vertus, kininiai persikai su pilnaviduriais žiedais parodo, jog šio medžio susiformavo atmainos, kurių žiedai skiriasi labiau, negu vaisiai. Jeigu persikas yra pakitęs migdolo palikuonis, o tai labiausiai tikėtina, tai tos pačios rūšies ribose įvyko nuostabūs pakitimai: pirmojo pakito mėsingas apvalkalas, o antrojo — sėklos...

...Avys vertinamos dėl vilnos, ir skirtingų veislių vilna skiriasi daug labiau, negu galvijų plaukas. Avių, ožkų, europinių galvijų ir kiaulių nevertinama nei greitis, nei jėga, ir mes neturime veislių, kurios šiais požymiais skirtųsi taip, kaip skiriasi arklys šuolininkas ir sunkusis. Tačiau kupranugarių ir šunų vertinama greitis ir jėga,

[1] Sažrė — prancūzų gamtininkas, hibridintojas. — *Sud.*

ir pirmųjų turime greitą vienkuprį ir sunkų dvikuprį kupranugarį, o antrųjų — kurtą ir dogą...

...Sprendžiant pagal tai, ką mes žinome apie gyvulių kintamumą ir apie metodus, kuriuos taiko įvairūs asmenys, gerindami savo gyvulius (vieni daugiau dėmesio skiria vienai savybei, kiti — kitai, treti taiso trūkumus kryžmindami ir t. t.), galime būti tikri, kad jeigu galėtume pamatyti ilgą eilę pirmaklasių kurtų protėvių iki jo laukinio į vilką panašaus protėvio, prieš mus iškiltų begalinė eilė smulkiausių gradacijų, kartais pagal vieną požymį, kartais — pagal kitą, bet visos jos vestų į mūsų dabartinį tobulą tipą. Neabejodami galime sakyti, kad gamta panašiais mažais ir netvirtais žingsniais ėjo didžiuoju savo tobulėjimo ir vystymosi keliu.

Ч. Дарвин. Изменение домашних животных и культурных растений.— Соч. Т. 4. 1951. p. 612—616.

Požymių išsiskyrimas, vykdant atranką

Esminis momentas yra tas, kad, vykdydamas atranką, žmogus beveik visada stengiasi pasiekti kraštutinę ribą. Pavyzdžiui, jo noras pasiekti didžiausio galimo kai kurių arklių ir šunų veislių greičio ir didžiausios kitų veislių jėgos neturi ribų; vienų avių veislių jis pasiekia kraštutinį vilnos plonumą, o kitų — didžiausią jos ilgį; jis stengiasi išauginti kuo stambesnius ir kuo geresnės kokybės vaisius, grūdus, stiebagumbius ir kitas naudingas augalo dalis. Kai gyvuliai veisiami pramogai, šis momentas turi dar didesnę reikšmę, nes madai, kaip matome iš mūsų aprangos, visada būdingi kraštutinumai...

Šis principas, dėl kurio neišvengiamai vyksta požymių išsiskyrimas, paaiškina dabartinę įvairių naminių veislių būklę. Dabar matome, kaip galėjo atsitikti, kad iš tos pačios grupės atsirado arkliai šuolininkai ir sunkieji arkliai, kurtai ir dogai, visais požymiais priešingi vieni kitiems, ir tokie nepanašūs varietetai, kaip pašto karveliai su labai ilgais snapais ir vartikliai su labai trumpais snapais. Kadangi kiekviena veislė lėtai tobulėja, į blogesnės kokybės varietetus iš pradžių nekreipiama dėmesio ir jie galiausiai išnyksta. Retais atvejais, remdamiesi senais užrašais arba ta aplinkybe, kad tarpinių varietetų dar esama šalyse, kur vyravo kitos mados, galime iš dalies atsekti laipsniškus kitimus, kuriuos patyrė vienos ar kitos veislės. Atranka, ar ji būtų metodinė, ar nesąmoninga, bet visada siekianti kraštutinės ribos, kai nekreipiama dėmesio į tarpines, mažiau vertinamas formas, kurios pamažu išnyksta,— štai raktas į paslaptį, dengiančią būdą, kuriuo žmogus pasiekia tokių nuostabių rezultatų...

Tebevykstantis požymių išsiskyrimas priklauso nuo to, kad tos pačios dalys ir toliau kinta ankstesne kryptimi, ir, kaip buvo pažymėta aukščiau, tai aiškiai įrodo šį kintamumą...

Pateiktieji samprotavimai, žinoma, kartu kelia klausimą: kur yra kokios nors dalies arba savybės galimų kitimų riba ir, vadinasi, ar egzistuoja atrankos efektyvumo riba?.. Ar galima toliau gerinti mūsų galvijus ir avis, iškovojusius prizus?.. Labiausiai nusimanantys vertintojai nemano, kad beveik visi mūsų gyvuliai ir augalai jau pasiekė kraštutinę tobulumo ribą, netgi pagal tokius požymius, kurie yra aukšto tobulumo laipsnio... Nuolat kartojama, kad mūsų gėlės pasiekusios tobulybę, tačiau neilgai trukus po to pasiekiamas dar aukštesnis lygis. Kažin ar yra vaisius, labiau pagerintas, negu žemuogė, o tuo tarpu labai autoritetingas asmuo pastebi: „Nėra ko slėpti, kad mes dar toli nuo kraštutinės ribos, kurią galima pasiekti".

Ten pat, p. 630—633.

Kintamumo, paveldimumo ir atrankos tarpusavio ryšiai

...Išnagrinėsime atskirai tris pagrindinius veiksnius, iš kurių susideda atrankos procesas, pradėdami kintamumu.

Šiuo žodžiu reikia suprasti kitimo reiškinius arba gyvųjų būtybių kitimus, atsirandančius *laikui bėgant* ir parodančius nukrypimus nuo rūšies tipo nepriklausomai nuo lyties, amžiaus ir kitų pastovių ypatybių, būdingų visoms formoms. Šis paaiškinimas būtinas, nes dažnai kintamumas painiojamas su paprastu skirtumų buvimo faktu, tokiu būdu klystant... tuo tarpu kintamumas nagrinėjamas, pirmiausia stengiantis įrodyti, kad jis yra, ir aiškinant priežastis, kodėl *atsirado nepanašumas*... skirtingai nuo *panašumo išsaugojimo,* t. y. *paveldimumo,* reiškinių... Dabartinis evoliucijos mokslas kaip tik ir pradedamas šiais trimis veiksniais: kintamumu, paveldimumu ir individų pertekliumi. Pirmasis teikia medžiagą naujoms organizmų sandaros ypatybėms ir funkcijoms susidaryti; antrasis jas įtvirtina ir kaupia — tai nepaprastai konservatyvus veiksnys; trečiasis pašalina visas būtybes, kurios neatitinka gyvenimo sąlygų arba mažai jas atitinka. Šito rezultatas yra atranka, t. y. būtybių prisitaikymas prie savo gyvenimo sąlygų, sudarantis pagrindinę ypatybę to, kas suprantama žodžiais: organizmai, sandara.

К. А. Тимирязев. Изменчивость.— Соч. Т. VI. 1939, p. 153—154.

Naminių gyvulių kilmė

Daugumos mūsų naminių gyvulių kilmė mums tikriausiai visuomet liks neaiški. Tačiau galiu čia pažymėti, jog, stebėdamas viso Žemės rutulio naminius šunis ir kruopščiai surinkęs apie juos faktus, priėjau išvadą, kad buvo prijaukinta keletas laukinių *Canidae* [1]

[1] Canidae — Šunų šeima. — *Sud.*

rūšių ir kad šių rūšių kraujas, kai kuriais atvejais sumišęs tarpusavyje, teka mūsų naminių veislių gyslomis... Palyginęs visas Anglijos veislių vištas, kurias pats auginau, kryžminau savo tarpe ir tyriau jų skeletus, esu beveik tikras, kad jos visos yra kilusios iš laukinių Indijos vištų... Dėl ančių ir triušių, nors kai kurios šių gyvūnų veislės ir žymiai skiriasi viena nuo kitos, visai aišku, kad jos yra kilusios iš tų pačių protėvių — laukinės anties ir laukinio triušio.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 102.

Karvelių veislių kilmė

Betyrinėdamas karvelių veisles, Darvinas priėjo išvadą, kad jų įvairumas yra nuostabus, o skirtumo laipsnis pralenkia visus lauktus rezultatus. Nenorėdamas skaitytojų varginti išvardijimu tų gausių formų, kurių skirtumas be atitinkamų paveikslų vis vien nebus aiškus, pasistengsiu smulkiau aprašyti kelis pačius ryškiausius karvelių varietetus. Originaliausias ir bjauriausias karvelių varietetas yra, be abejo, vadinamoji Pouter — išpūstagurklių karvelių — veislė. Nežinovas, kurs nėra susipažinęs su dalyku, niekuomet nepasakys, kad tai yra karvelis. Išpūstagurklis karvelis — labai stambus paukštis, aukštomis kojomis, ilgu kūnu ir didžiausiu gurkliu, kurį jis paprastai išpučia, dėl ko visas kūnas darosi panašus į apverstą kūgį. Labai mažo ūgio povinis karvelis, Fantail, kurio uodegoje vietoj 12—14 plunksnų, kaip paprastai visų karvelių, yra 30—40 vertikaliai išskleistų vėduoklės pavidalo ir net prie galvos prilenktų plunksnų. Carrier, grynas karvelis, taip pat labai stambus paukštis, turįs labai ilgą, mėsine atauga papuoštą snapą ir palyginti nedidelį kiaušą. Visiškai jam priešingas yra Tumbler, vartiklių veislės karvelis; greta normalaus karvelio jis atrodo kaip nykštukas su mažyčiu snapeliu ir palyginti dideliu kiaušu. Jakobinų veislės karvelio viršugalvio ir kaklo užriestos į viršų plunksnos sudaro gobtuvo formą.

Beveik nėra nė vienos kūno sandaros ar būdo savybės, kuri nekitėtų. Kiaušo, snapo, šonkaulių ir krūtinkaulio forma, net stuburkaulio bei uodegos slankstelių ir uodegos bei sparnų plunksnų skaičius, kiaušinių forma, skraidysena, balsas — viskas gali griežčiausiai kisti.

Žodžiu, skirtumas tarp karvelių veislių yra toks didelis, kad jei jie būtų sutikti kaip laukiniai, tai be jokios abejonės būtų priskirti prie atskirų rūšių. Dar daugiau, nė vienas ornitologas nesiryžtų net visas aukščiau minėtas veisles sujungti į vieną gentį.

Dabar belieka įrodyti, kad visos tos įvairios karvelių veislės tikrai yra kilusios iš vienos rūšies — iš paprasto laukinio karvelio (Columba livia).

Jei tie karveliai neatsirado iš vienos rūšies, tai jie turėjo kilti bent iš septynių ar aštuonių rūšių, nes kiekvienas jų skiriasi nuo kitų kokia nors labai ryškia ypatybe. Paprastai remiamasi kryžminimu, dėl kurio iš palyginti mažo protėvių skaičiaus gali susidaryti įvairių naujų veislių. Bet toks aiškinimas tik apsunkina dalyką, nes kryžminimo pagalba tegaunamos tik tarpinės formos. Vadinasi, kiekvienam ryškiam varietetui reikėtų turėti du dar ryškesnius protėvius, ir vietoj septynių aštuonių pirmtakų — turėtume keturiolika šešiolika. Tuo tarpu, remiantis Darvino tyrinėjimais, tarp dviejų ryškiai skirtingų formų beveik negalima gauti tarpinės formos. Bent negalima duoti panašių pavyzdžių iš naminių gyvulių tuo keliu atsiradusių varietetų. Vadinasi, jei naminių karvelių veislės kilo iš atskirų rūšių, tai tokių rūšių turėtų būti bent septynetas, ir visos tos rūšys turėtų būti kalnų karveliai, t. y. tokie, kurie savo lizdų nesuka medžiuose ir net nenoromis į juos nutupia. Bet, išskyrus melsvai juodąjį karvelį, mums tėra žinomos tik dvi trys kalnų karvelių rūšys, ir nė viena jų neturi jokio mūsų naminių karvelių veislių požymio. Tokiu būdu, reikia manyti, kad istoriniais laikais tie tariamieji laukiniai protėviai išnyko ar buvo išnaikinti. Bet ne taip yra lengva išnaikinti gerai skraidančius paukščius, perinčius aukštose uolose ties bedugnėmis. Tai aiškiai įrodo faktas, kad paprastas kalnų karvelis iki šio laiko išsilaikė smulkiose Britanijos salose, Vidužemio jūros pakraščiuose ir Centrinėje Indijoje. Toliau, šių laikų tyrinėjimai parodė, kaip yra sunku prijaukinti laukines veisles tiek, kad jos veistųsi nelaisvėje, ir todėl visiškai neįtikima, kad puslaukinis žmogus buvo prijaukinęs septynias ar aštuonias to paties paukščio rūšis. Dar reikia pastebėti, kad visos naminių karvelių rūšys turi tokių ypatybių, kurių neturi visa karvelių šeima. Vadinasi, norint išaiškinti karvelių veislių kilmę iš atitinkamo rūšių skaičiaus, reikia sutikti, kad pusiau laukiniai žmonės, nepaisant jokių kliūčių, prijaukino septynias ar aštuonias karvelių rūšis. Toliau tektų sutikti, kad jie, atsitiktinai ar tyčia, išsirinko tam reikalui rūšis, turinčias griežtai skirtingus visam šeimos tipui nukrypimus, ir pagaliau, kad kaip tik visos tos rūšys (egzistavusios tuo pačiu metu, kaip ir žmogus, kuris jau sugebėjo prijaukinti gyvulius, vadinasi, palyginti jau ne taip seniai) išmirė, išnyko, nepalikdamos jokių pėdsakų. Prileisti tokį atsitiktinumų sutapimą yra visiškai negalima.

Atsitiktiniai karvelių veislių spalvos nukrypimai rodo juos kilus iš vienos rūšies. Kryžminant įvairių spalvų karvelius, kartais gaunamas karvelis, panašus į laukinį melsvai juodą karvelį. Darvinas kryžmino grynai juodą su grynai baltu karveliu ir gavo margus, dėmėtus hibridus. Šiuos pastaruosius tarpusavy sukryžmines, gavo melsvai juodą karvelį. Šie faktai veikiausiai rodo bendrą visų karvelių kilmę iš melsvai juodo karvelio, juo labiau, kad visoje karvelių šeimoje nėra kito tokios spalvos paukščio. Manyti, kad visos išmirusios aštuonios rūšys buvo melsvai juodos spalvos, reikštų dar labiau didinti nepaprastą atsitiktinių sutapimų skai-

čių. Pagaliau visos žinomos naminių karvelių veislės, tarpusavy kryžminamos, duoda vislius palikuonis, tuo tarpu kai visos natūraliam būvy esamos karvelių rūšys tokių palikuonių neduoda.

Tokiu būdu, galutinė išvada, kurią prieina Darvinas, betyrinėdamas karvelių rūšis, yra ta, kad visos tos veislės yra neabejotinai kilusios iš vienos karvelių rūšies ir kad jų sandaros skirtumai yra tiek dideli, jog jei jie būtų rasti natūraliose gamtos sąlygose, tai tikriausiai būtų priskirti prie įvairių rūšių arba net prie įvairių genčių. Kitaip sakant, naminių karvelių veisles, jei imsime domėn tik jų sandaros skirtumus, galima laikyti naujomis rūšimis ir net naujomis gentimis, kilusiomis iš vienos Columba livia rūšies.

Vadinasi, karvelių veislių pavyzdys puikiai sugriauna formų pastovumo pažiūrą. Ar galima tvirtinti, kad rūšys nekinta, kai šis karvelis dar istoriniais laikais tiek pasikeitė, kad sudarė pradžią kelioms formoms, kurias, nežinant jų kilmės, galima būtų priskirti net prie kelių skirtingų genčių.

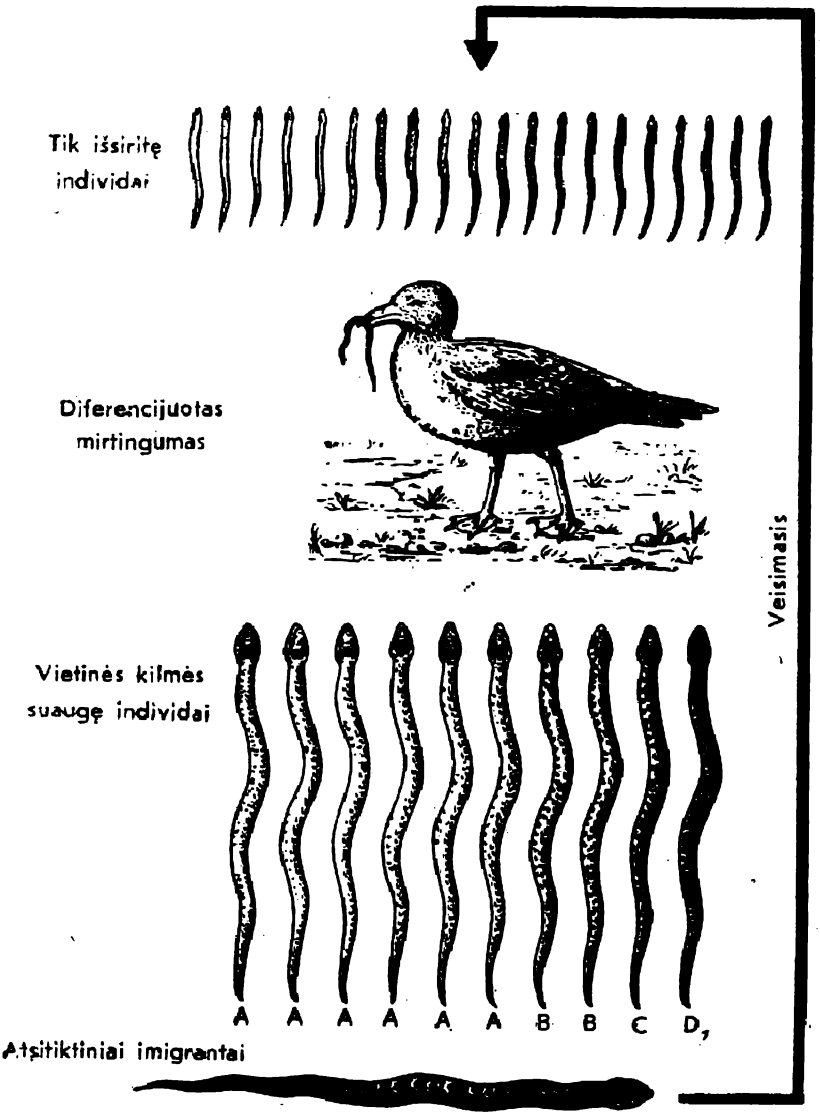
K. A. Timiriazevas. Carlzas Darvinas ir jo mokslas. Vilnius, 1950, p. 60—62.

Kova dėl būvio

Kaip suprasti terminą „Kova dėl būvio"

Turiu įspėti, kad šį terminą vartoju plačia ir metaforine prasme, juo apimdamas vienos būtybės priklausomybę nuo kitos, taip pat ir turėdamas galvoje (o tai dar svarbiau) ne tik atskiro individo gyvenimą, bet ir tai, kad jam pasisekė palikti palikuonis. Du šunų (*Canis*) genties gyvūnai bado metu, tikrai galima sakyti, kovoja, rungiasi vienas su kitu dėl maisto, taigi ir dėl gyvybės. Tačiau ir apie augalą, augantį kur nors dykumos pakraštyje, sakoma, kad jis kovoja dėl gyvybės su sausra, nors tiksliau būtų sakyti, kad jis yra priklausomas nuo drėgmės. Apie augalą, prinokinantį per metus tūkstantį sėklų, iš kurių vidutiniškai tik viena duoda naują subrendusį augalą, tikrai galime sakyti, kad jis rungiasi su tokiais kaip jis ir kitais, jau dengiančiais tą plotą, augalais. Amalas yra priklausomas nuo obelies ir nedaugelio kitų medžių, tačiau nebūtų visai tikslu sakyti jį kovojant su tais medžiais tik dėl to, kad tuo atveju, kai viename medyje per daug išauga šių parazitų, šis medis silps ir žus. Tačiau daugelį amalo sėjinukų, augančių kartu toje pačioje šakoje, visiškai tikrai galime tarti kovojant vieną su kitu. Kadangi amalą platina paukščiai, tai nuo jų priklauso jo gyvavimas, ir metaforine prasme galime tarti, kad, viliodamas paukščius lesti, o kartu ir platinti jo sėklas, jis kovoja su kitais, vaisius nokinančiais augalais. Šiomis įvairiomis prasmėmis, kurios pereina viena į kitą, aš dėl patogumo vartoju bendrą posakį „kova dėl būvio".

Čarlzas Darvinas, Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 140.



Žalčių, paplitusių Erio ežero salose, natūralioji atranka. Kad vyksta natūralioji atranka, rodo suaugusių individų ir palikuonių skirtingas margumas

Organizmų dauginimosi intensyvumas

Kova dėl būvio neišvengiamai seka iš organinių būtybių palinkimo sparčiai daugintis. Kiekviena būtybė, per savo normalų gyvenimo laiką duodanti keletą kiaušinių ar sėklų, kuriuo nors savo gyvenimo laikotarpiu ir kuriuo nors metų laiku ar kuriais atsitiktiniais metais turi patirti išnaikinimą, nes priešingu atveju

dėl geometrinės dauginimosi progresijos jos greit pasidarytų tiek nepaprastai daug, kad joks kraštas negalėtų išlaikyti jos palikuonių. Vadinasi, kadangi privysta individų daugiau, negu jų gali išgyventi, tai kiekvienu atveju turi vykti kova dėl būvio — arba tarp tos pačios rūšies individų, arba tarp skirtingų rūšių individų, arba su fizinėmis gyvenimo sąlygomis...

Nėra jokios išimties tai taisyklei, pagal kurią kiekviena organinė būtybė natūraliai dauginasi tokia progresija, kad jei ji nebūtų naikinama, tai žemę greit aptektų vienos poros palikuonys... Linėjus yra apskaičiavęs, kad jei vienametis augalas duotų tik dvi sėklas (o taip menkai derančio augalo nė nėra) ir jo sėjinukai sekančiais metais subrendę vėl duotų dvi sėklas ir t. t., tai po dvidešimties metų jau būtų milijonas augalų. Dramblys laikomas lėčiausiai besiveisiančiu iš visų žinomų gyvūnų, ir aš pasistengiau apskaičiuoti jo natūralaus dauginimosi galimą minimalinį spartumą; tikriausiai galima manyti, kad jis pradeda veistis būdamas trisdešimties metų ir veisiasi iki devyniasdešimties metų amžiaus, atvesdamas per tą laiką šešis jauniklius ir gyvendamas iki šimto metų; jei taip yra, tai po 740—750 metų gyventų maždaug devyniolika milijonų dramblių, kilusių iš vienos poros...

...Medis, gyvenąs vidutiniškai tūkstantį metų, galėtų pastoviai išlaikyti esamą savo individų kiekį, duodamas tik vienui vieną sėklą per tūkstantį metų,— jei toji sėkla niekuomet nebūtų sunaikinama ir jei būtų užtikrinta, kad ji sudygs tinkamoje vietoje. Vadinasi, visais atvejais vidutiniškas gyvūnų bei augalų skaičius tik netiesiogiai priklauso nuo kiaušinių ar sėklų skaičiaus.

Žvelgdami į gamtą, būtinai turime atkreipti dėmesį į čia iškeltuosius samprotavimus; niekuomet neturime pamiršti, kad kiekviena atskira organinė būtybė, galima sakyti, iki kraštutinio laipsnio įtempia jėgas, kad pasidaugintų; kad kiekviena jų gyvena tik atlaikydama didelę kovą kuriuo nors savo gyvenimo periodu; kad žiaurus išnaikinimas neišvengiamai užgriūva jauną ar seną kiekvienoje kartoje arba tam tikrais pasikartojančiais laikotarpiais. Palengvinkite kliūtis, susilpninkite bent kiek naikinimą — ir rūšies individų beveik tuoj pat padidės iki bet kokio dydžio.

Ten pat, p. 140—141, 143.

Organizmų ryšiai vienų su kitais ir su negyvąja gamta

Maisto kiekis, būtinas kiekvienai rūšiai, žinoma, nustato kraštutinę jos daugėjimo ribą; tačiau labai dažnai ne gaunamas maistas, o buvimas grobiu kitiems gyvūnams apsprendžia vidutinišką rūšies gausumą. Pavyzdžiui, berods, vargiai galima abejoti, kad kurapkų, tetervinų bei kiškių kiekis bet kurio stambaus dvaro plo-

tuose daugiausia priklauso nuo smulkiųjų plėšrūnų išnaikinimo. Jei per dvidešimt sekančių metų Anglijoje nebūtų nušautas nė vienas medžiojamas paukštis bei smulkus žvėris ir tuo pačiu metu nebūtų sunaikintas joks plėšrūnas, tai medžiojamų paukščių bei smulkių žvėrių dėl to tikriausiai būtų mažiau, negu dabar yra, nepaisant to, kad dabar šimtai tūkstančių medžiojamųjų gyvūnų kasmet iššaudoma. Kita vertus, kai kuriais atvejais — pavyzdžiu gali būti dramblys — nė vienas individas nežūva kaip plėšraus žvėries grobis; net ir tigras Indijoje labai retai tesiryžta užpulti jauną, motinos saugomą dramblį...

...Klimato poveikis iš pradžių gali atrodyti visiškai nepriklausomas nuo kovos dėl būvio; tačiau kadangi dėl klimato poveikio paprastai sumažėja maisto, tai dėl jo ir kyla smarkiausios rungčios tarp tos pačios bei skirtingų rūšių individų, mintančių vienodu maistu. Net jei klimatas, pavyzdžiui, ypač didelis šaltis, veikia ir betarpiškai, tai labiausiai nukentės silpniausi ar žiemos būvyje mažiausiai maisto susiradusieji individai. Keliaudami iš pietų į šiaurę arba iš drėgnų sričių į sausringas, nuolat matome, kad kai kurios rūšys pamažu vis retėja ir retėja, kol pagaliau išnyksta, o kadangi klimato kitimas yra akivaizdus, tai ir pasiduodame pagundai visą tą reiškinį priskirti betarpiškam klimato veikimui. Bet tai klaidinga pažiūra; užmirštame, kad kiekviena rūšis, net ir ten, kur ji gausiausiai atstovaujama, kuriuo nors savo gyvenimo periodu nuolat esti nepaprastai naikinama arba priešų, arba konkurentų į tą pat vietą bei maistą; ir jei šiems priešams bei konkurentams kad ir nežymus klimato pakitimas bus bent kiek palankus, jie ims daugėti, o kadangi kiekviena sritis jau apgyvendinta, tai kitų rūšių gausumas turi mažėti. Kai keliaujame į pietus ir matome kurią nors rūšį individų skaičiumi mažėjant, tai galime būti tikri, kad tai lygiai priklauso tiek nuo sąlygų palankumo kitoms rūšims, tiek ir nuo jų kenksmingumo nykstančiajai rūšiai. Tas pat, tik kiek mažesniu laipsniu, pastebima, keliaujant į šiaurę, nes rūšių aplamai, taigi ir konkurentų, einant į šiaurę, mažėja. Žengdami į šiaurę bei kildami į kalnus, kur kas dažniau, negu eidami į pietus arba leisdamiesi nuo kalnų, aptinkame skurdžias, žemaūges formas, susidariusias klimatui *betarpiškai* kenksmingai veikiant. Kai pasiekiame Arktikos sritį arba sniegu apdengtas viršūnes, arba visiškas dykumas, tai gyvenimo kovą čia matome vykstant beveik vien su gamtos gaivalais.

Kad klimatas daugiausia pasireiškia ne tiesiogiai, o tik tuo, kad palankiai veikia kitas rūšis,— tatai aiškiai matome stebėdami, kiek daug augalų, augančių mūsų soduose, puikiausiai pakelia mūsų klimatą, tačiau niekuomet nenatūralizuojasi, nes negali rungtis su mūsų vietiniais augalais bei atsispirti vietinių gyvulių naikinimui.

Kai kokia nors rūšis, esant ypač palankioms sąlygoms, nepaprastai pagausėja kurioje nedidelėje srityje, tai dažnai pasireiškia

epidemijos — taip bent, berods, paprastai atsitinka su mūsų medžiojamaisiais gyvūnais; ir čia pasireiškia daugėjimą ribojanti kliūtis, kuri nepriklauso nuo kovos dėl gyvybės. Bet net ir kai kurios vadinamosios epidemijos, matyt, yra sukeliamos parazitinių kirmėlių, kurioms dėl tam tikrų priežasčių iš dalies, galimas daiktas, palengvėjus plisti susitelkusiųjų gyvūnų tarpe, susidarė nepaprastai palankios sąlygos; taigi ir čia esama tam tikro pobūdžio kovos tarp parazito ir jo aukos.

Ten pat, p. 144—145.

Varžybos tarp artimai giminingų rūšių

Tokia vienos organinės būtybės priklausomybė nuo kitos, kaip parazito — nuo jo aukos, paprastai pasireiškia viena nuo kitos nutolusiose organinių būtybių eilės pakopose. Panašų dalyką kartais matome ir organizmuose, apie kuriuos tiesiogine to žodžio prasme galime tarti, kad jie rungiasi vienas su kitu dėl būvio, pavyzdžiui, skėrių ir žoliaėdžių galvijų atveju. Tačiau beveik visuomet smarkios rungčios vyksta tarp tos pačios rūšies individų, nes jie laikosi tose pačiose srityse, yra reikalingi tokio pat maisto ir jiems gresia tie patys pavojai. Tarp tos pačios rūšies atmainų kova paprastai būna beveik tokia pat arši, ir kartais matome greitą tos kovos baigtį: pavyzdžiui, jei kartu išsėsime keletą kviečių atmainų ir gautąją mišrią sėklą vėl pasėsime, tai kai kurios atmainos, geriau atitinkančios dirvožemio bei klimato sąlygas ar pasižyminčios didesniu vaisingumu, duos daugiau sėklų ir per nedaugelį metų pamažu išstums kitas atmainas...

Kadangi tos pačios genties rūšys paprastai, nors toli gražu ne visuomet, yra labai panašios papročiais bei kūno sudėjimu ir visuomet beveik tokios pat sandaros, tai kova jų tarpe, jei ji tik pasireiškia, paprastai būna smarkesnė, negu tarp rūšių, priklausančių skirtingoms gentims. Tai matome, pavyzdžiui, iš pastaruoju metu kai kuriose Jungtinių Amerikos Valstijų dalyse vienos kregždžių rūšies išplitimo, kuris sukėlė kitos kregždžių rūšies nykimą. Dabar, pagausėjus kai kuriose Škotijos dalyse amaliniam strazdui (misselthrush), ėmė nykti strazdas giesmininkas (song-thrush). Dažnai tenka girdėti, kad viena žiurkių rūšis išstumia kitą įvairiausiomis klimato sąlygomis! Rusijoje mažasis rudasis tarakonas visur išstumia didįjį juodąjį tarakoną. Australijoje įvežtinė paprastoji bitė greit išstumia mažą, neturinčią geluonies, vietinę bitę. Viena laukinės garstyčios rūšis išstumia kitą ir t. t.

Ten pat, p. 149—150.

Natūralioji atranka

Kaip suprasti terminą „Natūralioji atranka"

Kokiu būdu kova dėl būvio, kurią trumpai nagrinėjome praeitame skyriuje, turi įtakos kitimui? Ar atrankos pradmuo, kuris, kaip matėme, yra toks galingas žmogaus rankose, gali pasireikšti gamtoje? Manau, jog pamatysime, kad gali — ir labai efektyviai... Matant, kad žmogui naudingi pakitimai neabejotinai pasitaiko, argi galima laikyti neįtikėtina, jog ir kitokie pakitimai, kuriuo nors būdu naudingi organizmams didelėje ir sudėtingoje jų gyvenimo kovoje, taip pat turėtų pasitaikyti daugelio viena po kitos sekančių kartų būvyje? O jei tokių dalykų pasitaiko, tai ar galime abejoti (prisimindami, kad individų gimsta daug daugiau, negu gali išgyventi), jog individai, turintieji kai kurių, nors ir menkų, pranašumų prieš kitus, turės daugiau šansų išgyventi ir padauginti savo veislę? Kita vertus, galime būti tikri, kad kiekvienas pakitimas, nors mažiausiai žalingas, bus neišvengiamai sunaikintas. Šį naudingų individualių skirtumų ir pakitimų išlikimą ir tų, kurie žalingi, sunaikinimą, pavadinau *natūraliąja atranka,* arba *labiausiai prisitaikiusiųjų išlikimu.* Pakitimų, kurie nei naudingi, nei žalingi, natūralioji atranka neturėtų paliesti, ir jie turėtų likti arba kaip nepastovūs elementai, kokius galbūt matome kai kuriose polimorfinėse rūšyse, arba pagaliau turėtų įsitvirtinti, žiūrint, kokia organizmo prigimtis ir koks aplinkos sąlygų pobūdis.

Ten pat, p. 153—154.

Natūralioji atranka veikia organizmo naudai

Jeigu žmogus, naudodamas sistemingą ar nesąmoningą atrankos būdą, gali gauti ir iš tikrųjų yra gavęs gerų rezultatų, tai ko tik neįstengia atlikti natūralioji atranka! Žmogus gali veikti tik išorinius ir matomuosius požymius: gamta gi, jei man leistina suasmeninti ir šiuo terminu vadinti organizmų natūralų išlikimą, arba geriausiai prisitaikiusiųjų išgyvenimą, išoriniais požymiais tesirūpina tik tiek, kiek jie naudingi kuriai nors būtybei. Ji gali veikti kiekvieną vidinį organą, kiekvieną menkiausią kūno sudėties skirtumą, visą gyvybės mechanizmą. Žmogus daro atranką tik savo naudai: gamta gi — tik tos būtybės naudai, kurią ji globoja... O gamtos sąlygose mažiausi struktūros arba kūno sudėties skirtumai gali gerokai išvesti iš pusiausvyros taško tiksliai išlygintas svarstykles kovoje dėl gyvybės ir tokiu būdu išsilaikyti. Kokie nepatvarūs žmogaus norai ir pastangos! Koks trumpas jo žinioje esąs laikas! Ir todėl kokie menki bus jo rezultatai, palyginus su tais, kuriuos sutelkia gamta per ištisus geologinius periodus! Ar galima tad stebėtis, kad gamtos dariniai savo pobūdžiu yra kur kas „tik-

Baublio slepiamosios pozos ir margumo derinys. Nei vien spalva, nei poza be spalvos slepiamosios reikšmės neturi:
1 — baublio, ramiai tupinčio lizde, poza: paukštis nepasislėpęs; *2* — baublio, tupinčio lizde tarp meldų, slepiamoji poza, spalvos ir elgsenos derinys; paukštį sunku pastebėti

resni“, negu žmogaus gaminiai; kad jie daug geriau prisitaikę prie be galo sudėtingų gyvenimo sąlygų ir aiškiai pažymėti žymiai didesnio meistriškumo antspaudu?

Metaforiškai kalbant, galima sakyti, kad natūralioji atranka kasdien ir kas valandą ieškinėja po visą pasaulį mažiausių pakitimų, atmesdama bloguosius, išlaikydama ir sudėliodama visus geruosius; tylomis ir nejučiomis dirbdama, *kur ir kada tik pasitaikys tam proga*, ji stengiasi patobulinti kiekvieną gyvą būtybę jos organininių ir neorganininių gyvenimo sąlygų atžvilgiu. Visai nepastebime šių lėtų pakitimų eigos tol, kol laiko ranka neatžymi praslinkusių amžių, ir netgi tada mūsų susidarytas vaizdas apie seniai praslinkusius geologinius amžius yra toks netobulas, kad mes tik tiek tematome, jog gyvybės formos dabar yra skirtingos nuo tų, kokios buvo anksčiau...

Nors natūralioji atranka gali veikti tik kiekvieno organizmo naudai ir tik to naudingumo dėka, tačiau ji gali paliesti ir požymius bei struktūras, kuriuos esame linkę laikyti labai mažareikšmiais. Kai matome, jog lapais mintantieji vabzdžiai yra žali, o žieve mintantieji — dėmėtai pilki, jog alpinė kurapka žiemą yra balta, o Škotijos raudonasis tetervinas yra viržių spalvos, tai turime patikėti, kad šios spalvos yra naudingos tiems paukščiams ir vabzdžiams, nes juos apsaugo nuo pavojaus. Tetervinų, jei jie tam tikru savo gyvenimo laikotarpiu nebūtų naikinami, labai pagausėtų; kaip žinoma, jie nukenčia nuo plėšriųjų paukščių; vanagai, ieškodami grobio, vadovaujasi regėjimu, todėl kai kuriose žemyno vietose

žmonės perspėjami, kad nelaikytų baltų karvelių, nes jiems labiausiai gresia išnaikinimas. Vadinasi, natūralioji atranka gali pasireikšti tuo, kad ji nulemia tinkamą spalvą kiekvienai tetervinų rūšiai ir išlaiko šią spalvą, kai ji jau įgyta, tikrą ir pastovią.

Ten pat, p. 156–158.

Žalingi tam tikrai rūšiai kitimai neatrenkami

Dėl natūraliosios atrankos jokiu būdu negali rūšyje kilti kokie nors kitimai, kurie būtų naudingi tik kitai rūšiai, nors visur gamtoje viena rūšis nuolat atsiduria geresnėje būklėje ir gauna naudos iš kitų rūšių organizacijos. Tačiau, veikiant natūraliajai atrankai, gali susidaryti ir dažnai susidaro organai, teikiantieji tiesioginę žalą kitiems gyvūnams, pavyzdžiui, gyvatės nuodingi dantys arba ichneumono kiaušdėtis (*ovipositor*), kuria kiaušiniai dedami į kitų vabzdžių gyvus kūnus. Jei būtų galima įrodyti, kad kuri nors tos ar kitos gyvūno rūšies sandaros dalis susiformavo tik kitos rūšies naudai, tai toks atvejis mano teoriją sugriautų, kadangi tokio organo nebūtų galėjusi produkuoti natūralioji atranka...

Natūralioji atranka niekada nesudarys gyvūne jokios struktūros, kuri jam būtų labiau žalinga, negu naudinga, nes natūralioji atranka veikia tik kiekvienos būtybės gerovei ir tos gerovės dėka. Niekuomet nesusiformuos organas... tam, kad jo savininkui sukeltų skausmą ar darytų kokią nors žalą. Tiksliai subalansavus, ką gera ir bloga teikia bet kuri kūno dalis, išeis, kad ji naudinga. Jei ilgainiui, besikeičiant gyvenimo sąlygoms, kuri nors dalis pasidarys žalinga, tai ji pakitės, o jei ne,— tai būtybė išnyks, kaip jau yra išnykę miriadai.

Natūralioji atranka stengiasi kiekvieną organinę būtybę padaryti tokią pat tobulą arba truputį tobulesnę, negu kiti to paties krašto gyventojai, su kuriais jai tenka rungtis.

Ten pat, p. 257–258.

Atsitiktinis žuvimas

Čia gal pravartu pastebėti, kad visoms būtybėms dažnai pasitaiko ir atsitiktinai žūti, ir tatai mažai teturi arba ir visai neturi įtakos natūraliosios atrankos eigai. Pavyzdžiui, daug kiaušinių ir sėklų kasmet suėdama, ir jie, natūraliajai atrankai veikiant, galėtų pakitėti tik tuo atveju, jeigu įvairuotų kokiu nors būdu taip, kad tai juos apsaugotų nuo priešų. O juk iš daugelio tų kiaušinių arba sėklų, jei jie nebūtų buvę sunaikinti, gal būtų išaugę individai, prisitaikę prie savo gyvenimo sąlygų geriau, negu tie, kuriems atsitiktinai pavyko išlikti. Taip pat daug suaugusių augalų ir gyvūnų, nepriklausomai nuo to, ar jie gerai prisitaikę prie aplinkos sąlygų ar ne, kas-

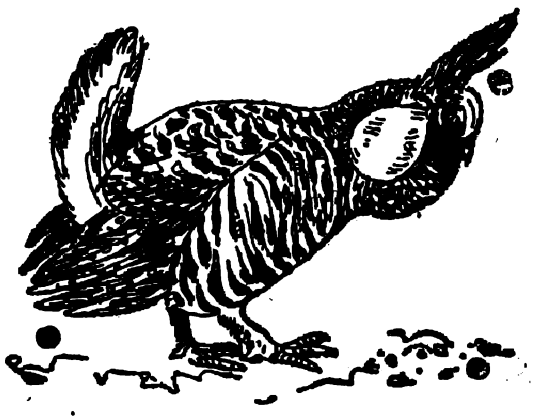
met žūva dėl atsitiktinių priežasčių... Tačiau tegu ir daug suaugusiųjų žūva, kad tik organizmų, galinčių egzistuoti esamoje srityje, dėl tų priežasčių visiškai nesumažėtų, arba tegu kiaušinių ir sėklų išnyksta tiek, kad tik šimtoji arba tūkstantoji jų dalis tegaus išsivystyti, ir vis dėlto iš tų, kurie liks gyvi, geriausiai prisitaikiusieji individai, tarus, kad juose reiškiasi koks nors kitimas palankia kryptimi, savo giminę stengsis padauginti gausiau, negu mažiau prisitaikiusieji. Jeigu dėl nurodytųjų priežasčių organizmų visai sumažėtų, kaip kad dažnai ir pasitaiko, tada natūralioji atranka būtų bejėgė veikti tam tikromis naudingomis kryptimis...

Ten pat, p. 159—160.

Lytinė atranka

Kadangi naminėse veislėse dažnai išryškėja kai kurios ypatybės, būdingos tik vienai lyčiai, ir jos paveldimai susijusios su ta lytimi, tai tas pat, be abejo, bus ir gamtoje. Taigi susidaro galimybė abiem lytims kitėti natūraliosios atrankos poveikyje priklausomai nuo skirtingo gyvenimo būdo, o tai kartais ir atsitinka, arba vienai lyčiai kitėti priklausomai nuo kitos lyties, kaip dažniausiai pasitaiko. Tatai mane skatina pasakyti keletą žodžių apie tai, ką vadinu „lytine atranka". Ši atrankos forma priklauso ne nuo kovos dėl būvio su kitomis gyvomis būtybėmis arba su išorinėmis sąlygomis, bet nuo kovos tarp vienos lyties individų, paprastai tarp patinų, konkuruojančių dėl kitos lyties. Tokios kovos išdava nebūna pralaimėjusio varžovo mirtis, bet tai, kad jis mažai teturi arba visiškai neturi palikuonių. Vadinasi, lytinė atranka ne tokia žiauri, kaip natūralioji atranka. Paprastai stipriausieji patinai, kurie geriausiai prisitaikę prie savo užimamų vietų gamtoje, palieka daugiausia palikuonių. Tačiau daugeliu atvejų pergalė priklauso ne tiek nuo bendros jėgos, kiek nuo turėjimo apsigynimui tam tikrų ginklų, būdingų patinams. Beragis elnias arba gaidys be pentinų mažai turėtų šansų palikti gausių palikuonių. Lytinė atranka, visuomet suteikdama nugalėtojui galimybę veistis, gali, be abejo, palikuonyse išvystyti nesuvaldomą narsumą, pentinų ilgumą ir sparno jėgą — smogti į pentinuotą

Gaidukas. Patinėlis turi gražią plunksnų apykaklę, kuri kartu yra ir skydas, pešantis su kitais patinėliais



Tetervinas (Tetrao cupido). Patinėlis tuoktuvių metu

koją — beveik tokiu pat būdu, kaip pasiekia... gaidžių kautynių mėgėjas... atrinkdamas geriausius gaidžius. ...aligatorių patinai kaunasi, staugia ir sukinėjasi aplink, kovodami dėl patelių, lyg indėnai savo karo šokiuose; pastebėta, kad lašišų patinai kaunasi per visą dieną; elniaragių vabalų patinai kartais būna žaizdoti, kitų patinų milžiniškų žandų sukandžioti... Tokios kautynės esti galbūt žiauriausios tarp poliginių gyvūnų patinų, o šie dažniausiai turi ypatingus ginklus. Plėšriųjų gyvūnų patinai jau ir taip gerai ginkluoti; tačiau jiems, kaip ir kitiems, veikiant natūraliajai atrankai, gali susidaryti dar ypatingų apsigynimo priemonių, pavyzdžiui, liūto karčiai arba lašišų patinų kablio pavidalo žandas; juk skydas pergalei gali būti toks pat svarbus, kaip kardas arba ietis.

Fazanas patinėlis, besipuikuojantis prieš patelę (vaizdas iš šono)

Paukščių tarpe šios varžybos dažnai būna taikingesnio pobūdžio. Visi tyrinėtojai, kurie domėjosi šiuo klausimu, tvirtina, kad daugelyje rūšių praktikuojamos atkakliausios varžybos tarp patinų, norint privilioti pateles giedojimu. Gvianos kalniniai strazdai, rojaus paukščiai ir kai kurie kiti paukščiai susirenka būriais, ir čia patinai vienas po kito rūpestingiausiai išskleidžia ir įvairiomis pozomis demonstruoja savo puošniąsias plunksnas; be to, jie daro keistus kūno judesius prieš pateles, kurios, tam tikrą laiką pastovėjusios kaip žiūrovai, pagaliau išsirenka joms patraukliausią partnerį. Tie, kuriems teko iš arti įsižiūrėti nelaisvėje

esančių paukščių įpročius, gerai žino, kad jie dažnai turi individualių simpatijų ir antipatijų... Kai kurie gerai žinomi dėsniai, liečiantieji suaugusių paukščių patinų ir patelių plunksnų pavidalą, palyginus su jų jauniklių plunksnomis, gali būti iš dalies paaiškinti lytinės atrankos poveikiu plunksnų įvairumui, pasireiškiančiam tam tikrame amžiuje ir perduodamam arba vien patinams, arba abiem lytims, sulaukus atitinkamo amžiaus...

Taigi man atrodo, kad tuomet, kai kurio nors gyvūno patinai ir patelės turi tą patį bendrą gyvenimo būdą, bet skiriasi savo struktūra, spalva arba puošmenomis, tokie skirtumai yra dažniausiai atsiradę lytinės atrankos būdu; tai yra atskiri patinai per daugelį generacijų turėdavo prieš kitus patinus kai kurių nežymių pranašumų,— ar tai apsiginklavimu, ar apsigynimo priemonėmis, ar savo ypatingu žavumu,— kuriuos jie perteikdavo tik savo vyriškiems palikuonims. Tačiau nenorėčiau šios priežasties veikimu aiškinti visų lyčių skirtumų; juk mūsų naminiuose gyvuliuose matome atsirandant savotiškumų, pereinančių tik vyriškai lyčiai, kurie aiškiai sustiprėdavo nuo žmogaus daromos atrankos. Plaukų kuokštas ant laukinio kalakuto krūtinės negali būti kam nors naudingas; taip pat abejotina, ar jis gali būti laikomas puošniu, žiūrint to paukščio patelės akimis; jei toks kuokštas atsirastų naminiuose paukščiuose, jis tikrai būtų palaikytas apsigimimu.

Ten pat, p. 160—162.

Natūraliosios atrankos veikimo pavyzdžiai

Kad galėčiau išaiškinti, kaip, mano supratimu, veikia natūralioji atranka, turiu prašyti leidimo pateikti vieną kitą įsivaizduojamą pavyzdį. Paimkime, pavyzdžiui, vilką, kuris minta įvairiais gyvūnais, vienus nugalėdamas gudrumu, kitus — jėga, dar kitus — greitumu; tarkime, kad greičiausias jo grobis, pavyzdžiui, elniai, dėl kai kurių nors permainų, įvykusių šalyje, pagausėjo arba, atvirkščiai, kitoks grobis sumažėjo kaip tik tuo metų laiku, kai vilkams ypač stokoja maisto. Tokiomis aplinkybėmis greičiausieji ir vikriausieji vilkai turėtų daugiausia šansų išlikti gyvi ir tokiu būdu išsilaikyti, būti atrinkti,— be abejo, su sąlyga, kad jie neprarastų jėgų, reikalingų nugalėti savo aukai vienu ar kitu metų laiku, kada būtų priversti medžioti kitus gyvūnus...

Kolibris apdulkina ąsotenių šeimos augalų žiedus

Galbūt pravartu duoti dar kitą, sudėtingesnį pavyzdį natūraliosios atrankos veikimui pavaizduoti. Kai kurie augalai išskiria saldų skystį, turbūt stengdamiesi pašalinti iš savo sulčių kažką kenksminga: tai vyksta, pavyzdžiui, kai kuriuose ankštiniuose augaluose pro liaukas, esančias prielapių pamate, arba pro apatinę lapų pusę, kaip laurų medyje. Šį skystį, nors jo teišsiskiria mažai, godžiai siurbia vabzdžiai, tačiau jų lankymasis augalui neduoda jokios naudos. Dabar tarkime, kad toks skystis arba nektaras ėmė išsiskirti kurios nors rūšies tam tikro skaičiaus augalų žiedų viduje. Vabzdžiai, ieškodami nektaro, apsidulkintų žiedadulkėmis ir dažnai perneštų jas iš vieno žiedo į kitą. Taigi dviejų skirtingų tos pat rūšies individų žiedai būtų kryžmiškai apdulkinti; o kryžminimo veiksmas, kaip tat gali būti pilnutinai įrodyta, duotų pradžią vešlesniems daigams, kurie dėl tos priežasties turėtų daugiau šansų tarpti ir išsilaikyti. Augalai, kurie išaugino žiedus su didesnėmis liaukomis, arba nektarinėmis, išskiriančiomis daugiau nektaro, turėtų būti dažniau lankomi vabzdžių ir todėl dažniau susikryžmintų; ilgainiui jie laimėtų konkurenciją ir sudarytų vietinę atmainą (varietetą). Taip pat pasirodytų esą pranašesni ir žiedai, kurių kuokeliai ir piestelės būtų išsidėstę taip, kad atitiktų tam tikrą juos lankančio vabzdžio stambumą ir įpročius, o tai sudarytų tam tikru laipsniu palankesnes sąlygas žiedadulkėms pernešti.

Ten pat, p. 162, 164—165.

Dar pavyzdžiai

...Štai dar vienas labai paprastas ir akivaizdus slepiamosios spalvos atrankos pavyzdys, kurį neseniai tyrinėjo italų entomologas Čeznola. Jis pastebėjo, kad du maldininko (Mantis religiosa), panašaus į žiogą vabzdžio, varietetai — žaliasis ir rusvasis — daugiausia pasitaikantys — pirmasis žalioje, antrasis parudusioje, išdegusioje žolėje, ir padarė tokį bandymą: 45 žaliųjų ir 65 rusvųjų vabzdžių pririšo šilkiniais siūlais prie augalų ir 17 dienų paliko likimo valiai žaliame ir rausvame pievos paviršiuje. Visi pririštieji prie augalų tos pačios spalvos vabzdžiai išliko sveiki ir nenukentėję, tuo tarpu dvidešimt penki žalieji rusvoje pievoje žuvo iki vieno per vienuolika dienų, o iš 45 rusvųjų žalioje žolėje išliko tik dešimt.

Šis bandymas akivaizdžiai parodo, kaip veikia natūralioji atranka šiuo paprastu prisitaikymo atveju...

Antrasis neabejotinas visomis savo detalėmis kruopštaus biometrinio natūraliosios atrankos tyrinėjimo pavyzdys priklauso talentingam, deja, mokslas anksti jo neteko, anglų zoologui prof. Veldonui. Jo bandymo trumpas turinys toks. Plimuto įlankoje[1]

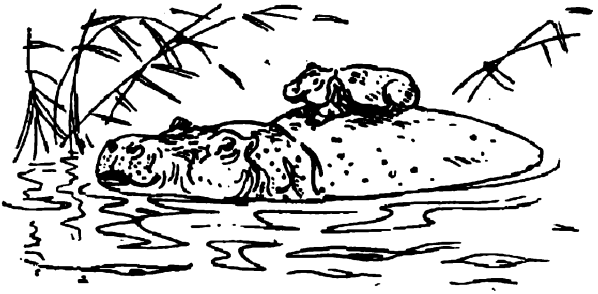
[1] Plimuto įlanka — Anglijos uosto Plimuto Devonširo grafystėje įlanka. — *Sud.*

1

2

3

4



5

Įvairūs prisitaikymai nešioti jauniklius — viena rūpinimosi palikuonimis formų:

1 — lokys koala; *2* — oposumas; *3* — rudasis lokys; *4* — kengūra; *5* — begemotas

buvo įrengtas naujas molas, saugojęs ją nuo stiprios bangų mūšos. Po to imta pastebėti, kad esama kai kurių šios įlankos jūros faunos atstovų pasikeitimų. Veldono dėmesį patraukė viena krabų rūšis. Pasirodo, kad metai po metų keitėsi jų šarvų priekinės dalies forma ir dėl to susiaurėjo anga, pro kurią vanduo patenka į žiaunas. Šis pasikeitimas buvo labai nežymus, galimas nustatyti tik kruopščiais matavimais — ypač įdomi aplinkybė, nes jos dėka šie bandymai paneigia paplitusį prieštaravimą dėl natūraliosios atrankos, esą, pirmieji nežymūs pakitimai negali būti atrinkti; jie negali būti atrankos objektu, neturėdami to, ką vokiečių mokslininkai vadina Selectionswerth, t. y. selekcinės vertės. Lygiagrečiai su šiuo krabo sandaros pasikeitimu pastebėta, kad, atribojus įlanką, vanduo pasidarė drumstesnis nuo dumblo, atnešamo įtekančių į ją upelių. Veldonui kilo mintis, ar šis angos susiaurėjimas nėra prisitaikymas apsisaugoti nuo dumblo, nes tie krabai, kurių anga susiaurėjusi, išlieka, o tie, kurių nesusiaurėjusi, nunyksta. Savo minčiai patikrinti jis atliko kelis bandymus akvariumuose su švariu ir drumstu vandeniu. Paaiškėjo, kad drumstame vandenyje krabų nunykdavo visada daugiau, o nunykusių ir išlikusių tyrimai parodė, kad išliko, t. y. buvo atrinkti, būtent tie, kurie turėjo siauresnę angą. Pagaliau žiaunų tyrimai parodė, kad nunykusiųjų jos tikrai buvo labiau užterštos dumblu, negu išlikusiųjų. Šis meistriškas statistinių biometrinių stebėjimų derinys su tiesiogine patirtimi yra puikus pavyzdys, kaip turi būti atliekami tyrimai, įrodantys, kad natūralioji atranka vyksta kaip tik tais atvejais, kuriais jie labiausiai neigiami, būtent tada, kai sandaros pakitimai esti nežymūs.

К. А. Тимирязев. Исторический метод в биологии.— Соч. Т. VI. 1939, p. 202—203.

Apie žemesniųjų formų egzistavimo kartu su aukštesniosiomis priežastis

Natūralioji atranka veikia vien tik išsaugodama ir sukaupdama pakitimus, kurie yra naudingi organizmui tose organinėse ir neorganinėse sąlygose, su kuriomis jis susiduria visais savo gyvenimo periodais. Galutinis rezultatas yra tai, kad kiekvienas organizmas stengiasi pasidaryti vis tobulesnis savo aplinkos sąlygų atžvilgiu. Dėl šio tobulėjimo neišvengiamai vyksta laipsniškas kuo didesnio gyvų būtybių skaičiaus organizacijos progresavimas visame pasaulyje...

Tačiau gali paklausti: jeigu visos organinės būtybės turi tendenciją tapti aukštesnės organizacijos, tai kaip suprasti tą reiškinį, kad visame pasaulyje dar egzistuoja tokia gausybė žemesniųjų formų ir kodėl kiekvienoje didelėje klasėje kai kurios formos išsivysčiusios žymiai labiau, negu kitos? Kodėl labiau išsivysčiusios

formos neišstūmė iš visur ir neišnaikino žemesniųjų? Lamarkas, kuris buvo įsitikinęs, jog visose organinėse būtybėse glūdįs įgimtas nepalenkiamas veržimasis tobulėti, berods, taip stipriai jautė, koks šis klausimas keblus, kad buvo priverstas padaryti prielaidą, jog naujos paprastos formos nuolat atsirandančios savaiminio susidarymo būdu. Nors ir nežinia, ką atskleis ateitis, tačiau mokslas ligšiol dar nėra įrodęs šios pažiūros teisingumo; mūsų teorijos požiūriu nuolatinis žemesniųjų organizmų egzistavimas nesudaro jokio keblumo, nes natūraliąja atranka, arba labiausiai prisitaikiusiųjų išlikimu, nebūtinai turima galvoje vien progresyvų vystymąsi,— ji tik duoda pirmenybę tiems pakitimams, kurie naudingi juos turintiems organizmams sudėtingose jų gyvenimo sąlygose. Būtų galima paklausti, kokią naudą galėtų turėti, kiek apie tai galima spręsti, infuzorija arba žarnų kirmėlė, arba net sliekas iš aukštos organizacijos? O jeigu iš jos jokios naudos nėra, tai natūralioji atranka šių formų arba visai netobulins, arba tik mažai patobulins ir jos liks neribotą laiką savo dabartiniame žemame išsivystymo laipsnyje. Ir geologija liudija, kad kai kurios iš žemesniųjų formų, pavyzdžiui, infuzorijos ir šakniakojai, išliko per ilgiausius laikotarpius beveik tokios pat, kokios yra šiuo metu. Tačiau manyti, kad daugumas dabar egzistuojančių žemesniųjų formų nė kiek nėra pažengusios pirmyn nuo pat gyvybės aušros, būtų per didelis kraštutinumas, nes kiekvienas gamtininkas, kuriam teko preparuoti kuriuos nors iš šių gyvių, dabar laikomų labai žemo lygio, turėjo iš tikrųjų nustebti jų nuostabia ir gražia organizacija...

...Nors organizacija aplamai yra pažengusi pirmyn ir nuolat dar progresuoja visame pasaulyje, bet organizmų sistema visuomet turės daugelį tobulumo pakopų, nes jei kuri nors visa klasė arba tam tikri kurios klasės nariai yra labai išsivystę, tai dėl to nebūtinai turi išnykti grupės, su kuriomis jie nesueina į tiesioginę konkurenciją. Kai kuriais atvejais, kaip toliau pamatysime, žemos organizacijos formos, rodos, todėl yra išlikusios iki šios dienos, kad jos gyveno apribotose arba ypatingose vietose, kur patyrė ne tokią žiaurią konkurenciją ir kur dėl jų negausumo buvo žymiai mažiau galimybės teigiamiems kitimams atsirasti.

Pagaliau manau, kad daugelio žemos organizacijos formų egzistavimas visame pasaulyje priklauso nuo įvairių priežasčių. Kai kuriais atvejais galėjo ir visai nepasireikšti teigiamų pakitimų arba individualių skirtumų, kuriuos būtų veikusi natūralioji atranka ir juos sutelkusi. Nė vienu atveju turbūt nepakako laiko aukščiausiam galimam vystymosi lygiui pasiekti. Kai kuriais retais atvejais pasireiškė tai, ką galima pavadinti organizacijos regresu. Bet svarbiausia priežastis yra ta, esant labai paprastoms gyvenimo sąlygoms, aukšta organizacija neduotų jokios naudos, ji galbūt net blogai pasitarnautų, nes dėl jos opesnės prigimties būtų lengviau ją pažeisti ar jai pakenkti.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 190, 192—193.

Volis [1] apie natūraliąją atranką

Organizmų atsiradimo Žemėje nuoseklumas

Paskutiniu metu labai daug ginčytasi tokiu klausimu: ar būta nuoseklumo, Žemėje vystantis gyvosioms būtybėms ir tobulėjant jų sandarai nuo pačių paprasčiausių iki pačių tobuliausių organizmų? Pripažinti faktai taria, matyt, kad toks nuoseklumas esąs galimas apskritai, bet ne atskirais atvejais. Minkštakūniai ir spinduliniai egzistavo anksčiau už stuburinius; neginčytina, kad žuvys buvo pirmesnės už roplius ir žinduolius ir kad pastarųjų tobulesnės rūšys atsirado po tų, kurios užėmė žemesnę vystymosi pakopą.

Antra vertus, matome, kad minkštakūniai ir spinduliniai, gyvenę seniausioje epochoje, buvo tobulesnės sandaros už tuos, kurie gyvena dabar; taip pat matome, kad pačios seniausios žuvys, apie kurias turime supratimą, nėra savo sandara ir pačios netobuliausios.

Kova dėl būvio pagal Volį

Visas laukinių gyvūnų gyvenimas yra kova dėl būvio. Visi jų sugebėjimai, visos priemonės naudojamos jų pačių gyvybei išgelbėti ir jauniems palikuonims išsaugoti. Individas, kaip ir visa rūšis, negalėtų gyventi, jeigu neturėtų galimybės per visą jam nepalankų metų laikotarpį susirasti maisto ir išvengti pavojingiausių savo priešų užpuolimo. Šios sąlygos labai riboja rūšių dauginimąsi, ir atidus visų šių aplinkybių tyrimas gali padėti mums suprasti, netgi iki tam tikro laipsnio išaiškinti tai, kas iš pirmo žvilgsnio mums atrodo labai keista, būtent: didelį kai kurių rūšių gausumą, palyginti su kitų, labai panašių į jas, dideliu retumu...

Nesunku nustatyti bendrus žinomų gyvūnų grupių santykius...

Manome, kad mums pavyko nustatyti du tokius teiginius:

1. Kurioje nors šalyje gyvenančių gyvūnų skaičius apskritai lieka nekintamas dėl periodiško maisto trūkumo ir kitų nepalankių sąlygų.

2. Įvairių rūšių individų gausumas arba retumas visiškai priklauso nuo jų sandaros

---

[1] A. R. Volis (1823—1913) — įžymus anglų gamtininkas ir keliautojas, vienu metu su Č. Darvinu skelbęs mokymą apie natūraliąją atranką. — *Sud.*

ir jos sąlygojamų įpročių. Dėl jų vienais atvejais esti sunkiau išsimaitinti ir apsiginti, negu kitais, ir iš čia išplaukiantį skirtumą gali kompensuoti tik tam tikros vietovės gyventojų skirtingumas.

Darvinas teisus

Nė vienas principas negali būti turtingesnis rezultatais už tą principą, kurį su tokia energija gina p. Darvinas ir kuris iš tikrųjų yra būtina išvada, išplaukianti iš natūraliosios atrankos. Jo esmė tokia: nė vienas tikras organinės gamtos faktas, nė vienas specializuotas organas, nė viena būdinga forma arba dėmė, nė viena instinkto arba įpročio ypatybė, pagaliau nė vienas ryšys tarp rūšių arba jų grupių negali egzistuoti, jeigu nebus nors kartą naudingas tam individui arba tai rasei, kuri juos turi. Šis didis principas yra raktas daugeliui miglotų reiškinių išaiškinti ir padeda mums rasti tikrą priežastį bei aiškų tikslą tų įvairių smulkių detalių, į kurias be jo visiškai nekreiptume dėmesio.

Natūraliosios atrankos įrodymas pagal Volį

Kad būtų galima aiškiau suprasti tuos bendrojo dėstymo įrodymus, kuriuos naudojau, pateikiu čia lentelės forma sutrumpintą argumentaciją, kuria įrodomas rūšių atsiradimas, vykstant natūraliajai atrankai. Kalbėdamas apie faktus, skaitytojui nurodau Darvino veikalus arba tuos šios knygos puslapius, kuriuose jie plačiau ar siauriau nušviečiami...

Įrodyti faktai	Būtinos išvados, kurių kiekviena savo ruožtu tampa įrodytu faktu
I	I
A. Greitas organizmų dauginimasis... B. Individų skaičius išlieka pastovus...	Kova dėl būvio. Vidutinis mirimų skaičius tolygus vidutiniam gimimų skaičiui. Žr. „Rūšių atsiradimas", III skyrius
II	II
A. Kova dėl būvio B. Paveldimumas, susijęs su kintamumu, t. y. bendras tėvų ir jų palikuonių panašumas, susijęs su individualiais skirtumais...	Labiausiai prisitaikiusiųjų kovoti išlikimas, arba natūralioji atranka, kitaip tariant, būtybės, mažiau sugebančios išsilaikyti, žūva...

А. Р. Уоллэс. Естественный подбор. СПб., 1878, p. 15—16, 29, 35, 47, 338—339.

Išlieka labiausiai prisitaikiusieji

...Geriausios sandaros, sveikiausi, veikliausi, labiau apsaugoti arba protingesni organizmai per ilgą laiką būtinai pralenks tuos, kurie šiais atžvilgiais jiems nusileidžia; tai ir reiškia, kad *geriausiai prisitaikiusieji turi ilgiau gyventi,* nes geriausiai prisitaikiusieji kiekvienu atveju yra tie, kurie turi labiausiai išryškėjusią savybę, nulemiančią jų sėkmę. Tam tikru gyvenimo laikotarpiu, norint išvengti vienų pavojų, būtina slėptis; kitu laiku, norint išvengti kitų, reikalingas griežtumas; dar toliau reikia išmaningumo ir gudrumo; paskui sugebėjimo iškęsti lietų, šaltį ir badą; ir visi tie individai, kurių šios savybės yra ryškiausios, normaliai pergyvens kitas...

Jeigu mes dabar kaip galima stropiau įvertinsime įvairias kintamumo, labai spartaus dauginimosi ir kovos dėl būvio pasekmes, nebepatirsime daugumos sunkumų, aiškindami rūšių atsiradimą, vykstant natūraliajai atrankai. Kaip greitai kuriai nors rūšiai ima grėsti nauji pavojai, pasikeitus klimatui, aukščiui virš jūros lygio, dirvožemio kokybei, šalies dydžiui ir t. t., ir reikia jai apsisaugoti bei apsaugoti savo palikuonis naujomis ir sunkesnėmis gyvenimo sąlygomis, vėlgi visų išorinių ir vidinių organų, taip pat įpročių bei protinės veiklos kintamumas yra priemonė susidaryti nukrypimams, kurių dėka rūšis tikriausiai prisitaikys prie naujų sąlygų. Ir jeigu prisiminsime, kad visos fizinės sąlygos keičiasi lėtai ir laipsniškai, tai pamatysime, jog pasikeitimų, pasitaikančių kiekvienoje naujoje kartoje, sumos visiškai pakanka, kad nukrypimas ir prisitaikymas vystytųsi tokiu pat laipsniu. Darvinas buvo šiek tiek linkęs pervertinti tikrąjį natūraliosios atrankos poveikio lėtumą; tačiau dabar mums, žinant daug ir įvairaus laipsnio individualių pakitimų, matyt, nėra sunku suvokti, kad pakitimų suma, visiškai lygi tai, kuri paprastai nulemia artimų rūšių skirtumą, kartais susidaro greičiau negu per šimtmetį, jeigu koks nors staigus gyvenimo sąlygų pasikeitimas nepadiktuoja ir tokio pat greito prisitaikymo. Tai dažnai galėjo atsitikti arba persikėlusiems į naują šalį, arba tiems, kurių sritis, nuslūgus sausumai, buvo atskirta nuo didesnės ir įvairesnės šalies, kurioje jie buvo paplitę ir anksčiau. O jeigu gyvenimo sąlygos nepasikeičia, rūšys gali išlikti nepakitusios labai ilgą laiką, todėl susidaro apgaulingas įspūdis, kad rūšys esančios pastovios, ir netgi šiais laikais tai dažnai pateikiama kaip įrodymas prieš evoliuciją, vykstant natūraliajai atrankai, bet iš tikrųjų tai visiškai atitinka šią teoriją.

А. Уоллэс. Дарвинизм. М., 1898, p. 181, 183—184.

Dirbtinės ir natūraliosios atrankos palyginimas

Atrankos jėga, nesvarbu, ar ją vykdo žmogus, ar ji atsiranda gamtoje, kovojant dėl būvio ir išliekant labiausiai prisitaikiusiems, besąlygiškai priklauso nuo organinių būtybių kintamumo. Be kintamumo nieko negalima padaryti; tačiau atrankai vykti užtenka silpnų individualių skirtumų, ir jie tikriausiai yra pagrindinė arba vienintelė priemonė naujoms rūšims susidaryti...

...Didysis Atrankos principas daugiausia tuo ir reikšmingas, kad sugeba atrinkti vos pastebimus skirtumus, kurie vis dėlto pasirodo paveldimi ir gali kauptis iki tol, kol rezultatas tampa akivaizdus bet kuriam žiūrovui.

Patogu išskirti tris atrankos formas. *Metodinės atrankos* principui vadovauja žmogus, sistemingai siekdamas pakeisti veislę pagal kurį nors iš anksto nustatytą pavyzdį. *Nesąmoninga atranka* vyksta todėl, kad žmonės paprastai pasilieka vertingiausius individus ir sunaikina mažiau vertingus, visiškai negalvodami pakeisti veislę; be abejo, šis procesas pamažu padaro didelius pakitimus. Nesąmoninga atranka laipsniškai virsta metodine, ir tik kraštutiniais atvejais jas galima griežtai atriboti, nes tas, kas išlaiko naudingą ar labai gražų gyvulį, paprastai iš jo gauna palikuonių, vildamasis, kad jie turės tokius pat bruožus; tačiau kol žmogus nesiekia pagerinti veislę, apie jį galima sakyti, kad jis atrenka nesąmoningai. Pagaliau turime *Natūraliąją atranką,* dėl kurios išlieka individai, geriausiai prisitaikiusieji prie sudėtingų ir amžiais besikeičiančių sąlygų, ir gimdo būtybes, panašias į save. Natūralioji atranka nepriklauso nuo žmogaus valios ir netgi prieš ją šiek tiek veikia ir naminius individus.

Ч. Дарвин. Изменения домашних животных и культурных растений.— Соч. Т. 4. 1951, p. 594—595.

...Perėjimą tarp proceso, vadovaujamo sąmoningos žmogaus valios, ir proceso, kuris yra aklų gamtos veiksnių veikimo rezultatas, Darvinas nustato šiais trimis samprotavimais. Pirma, jis nurodo, kad atranką gerokai iki tol, kol ji imta taikyti dabartine sąmoninga forma, žmogus vykdė visiškai nesąmoningai ir, vadinasi, gauto rezultato atžvilgiu buvo toks pat nesąmoningas veikėjas, kaip ir kiti gamtos veiksniai. Tačiau, pripažindami, kad žmogus greta sąmoningos vykdo ir nesąmoningą atranką, kartu turime manyti esant galimą tokią pat nesąmoningą atranką, dar platesniu mastu, ir nesąmoningoje gamtoje. Antra, pažymėsime, kad rezultatai, pasiekti dirbtine atranka, turi naudingumo žymių tik žmogaus požiūriu, o analogiško natūralaus proceso rezultatai palieka ypač naudingus pėdsakus organizmui, turinčiam tam tikrą ypatybę. Pagaliau, trečia, atkreipsime dėmesį į tai, kad atranka, savo plačiausia forma, yra ne tiek nedalomųjų, turinčių geriausią ypatybę, išskyrimas ir išsaugojimas, kiek nedalomųjų, jos neturinčių, sunaikini-

mas. Sujungę visas šias tris sąlygas į bendrą atrankos sąvoką, įsivaizduojame procesą, kuris gali visiškai atitikti ją gamtoje. Tai bus procesas, kuris lemtingai, mechaniniu būdu visus organizmus, neturinčius naudingų jiems patiems ypatybių arba turinčius jas menkesnes, negu kiti, pasmerks išnaikinimui. Toks procesas pagal savo rezultatus turi būti pripažintas visiškai analogišku atrankai.

Taigi viso, kas netobula, *pašalinimas,* be to, *automatiškai,* t. y. dėl paties šio netobulumo,— štai tas istorinis procesas, tas pagrindinis mechanizmas, kuris gali paaiškinti, kodėl mūsų matomas organinis pasaulis stebina mus tuo pagrindiniu bruožu, kurį žymime tikslingumo, harmonijos terminu.

К. А. Тимирязев. Исторический метод в биологии.— Соч. Т. VI. 1939, p. 12—113.

Organizmų prisitaikymas ir santykinis jo pobūdis

Voverių prisitaikymas

Pažvelkime į voverių šeimą. Čia turime švelniausią gradaciją, pradedant gyvūnais, tik truputį priplotomis uodegomis arba tokiais, kurių užpakalinė kūno dalis... gana plati ir oda šonuose su nusvirusiomis raukšlėmis, ir baigiant vadinamosiomis voverėmis skraiduolėmis; šių užpakalinės kojos tarp savęs ir net su uodegos pagrindu sujungtos plačia odos raukšle, kuri, kaip ir parašiutas, padeda nusklęsti nuostabiai didelius atstumus iš vieno medžio į kitą. Netenka abejoti, kad kiekvienai voverių veislei jos gyvenamame krašte yra naudinga tam tikra sandara, nes padeda pasprukti nuo plėšriųjų paukščių arba plėšriųjų žvėrių, greičiau prisirinkti maisto arba, kaip yra pagrindo manyti, sumažina staigaus kritimo pavojų. Tačiau iš to netenka daryti išvados, kad kiekvienos voverės sandara yra geriausia visomis ir galimomis aplinkybėmis. Tegu tik pasikeičia klimatas ir augalija, tegu tik imigruoja kiti rungtyniaujantieji graužikai arba nauji plėšrūs žvėrys arba tegu senieji modifikuojasi, tada, pagal visą analogiją, teks daryti išvadą, kad bent kai kurių voverių sumažės arba jos visai išnyks, jeigu irgi nepakitės ir atitinkamu būdu nepatobulės jų sandara.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 233.

Fiziologiniai prisitaikymai

...Tačiau jeigu darvinizmas būtų aiškinęs vien tik prisitaikymus, net ir tuomet jis liktų organizmų kilmės teorija, t. y. viso to, kas paverčia gyvas formas kūnais, atliekančiais apskritai ir konkrečiai tam tikras funkcijas...

Pamėginsiu trumpai, paviršutiniškai apibūdinti botanikos pasiekimus, atrandant naujus prisitaikymus, naujus organus, naujas funkcijas...

...Pateiksiu vieną pavyzdį, nurodysiu daugiau negu du šimtmečius botanikams žinomo mikroskopinio organo fiziologinės funkcijos atradimo faktą. Turiu galvoje vadinamuosius rėtinius indus, ypač charakteringai ryškius mūsų spygliuočių medienoje...

Pasirodo, šiuos rėtinius indus galima palyginti su cheminiais filtrais, bet daug tobulesniais, nes jie veikia į abi puses ir tol, kol slėgis silpnas,— kaip paprasti filtrai, o kai slėgis ląstelėse padidėja,— automatiškai pasidaro panašūs į filtrus su platininiais konusais, kuriuos chemikai naudoja filtravimui, esant dideliam slėgiui. Kyla klausimas, kodėl anksčiau nebandyta, matyt, nebuvo netgi poreikio, išsiaiškinti taip plačiai paplitusio darinio reikšmę?.. O mintis apie tai, kad mažiausiame sandaros bruože galime matyti ne tik sudėtingiausią figūrą, bet priemonę, skirtą tam tikrai funkcijai,— ši mintis, matyt, yra naujausios kilmės, ir įskiepyta ji darvinizmo...

Šaknis, žinoma, visada buvo laikoma organu, skirtu įsitvirtinti dirvožemyje ir maistui iš jo paimti, bet kiek naujų detalių, padedančių tobuliau vykdyti šią dvejopą funkciją, atvėrė paskutinieji dešimtmečiai! Pirmiausia, dygstančios sėklos šaknelė, kad pasidarytų sau taką dirvožemyje, turi turėti atramos tašką, kitaip augdama ji tik stums sėklą į paviršių. Šį atramos tašką jai suteikia šakniaplaukiai, suaugantys su dirvožemio dalelėmis. Taigi be funkcijos siurbti iš dirvožemio maistą, atskleidžiame dar ir ramstinę šakniaplaukių funkciją,— jie yra nelyginant inkaras...

Tyrimai parodė, kad vidinėje anatominėje šaknų sandaroje esama daug įdomių prisitaikymų...

Ištirta, kad lapas atlieka dvi funkcijas: tuo pačiu metu įsisavina anglį ir saulės energiją ir garina vandenį...

Svarbesnė funkcija, žinoma, yra gaudyti saulės spindulius, kurie naudojami anglies dioksidui skaidyti; dėl to daug prisitaikymų, kad žaliasis paviršius naudotų saulės šviesą palankiausiu būdu... Pasirodo, ...kad lapų paviršiai horizontalioje projekcijoje glaudžiai šliejasi vienas prie kito, nepalikdami protarpių, tačiau ir neužtemdydami vienas kito.

Greta šių akivaizdžių prisitaikymų... susiduriame ir su kitais pritaikytais... išvengti intensyvaus apšvietimo...

Augalas yra dvejopai prisitaikęs susilpninti apšvietimo įtaką garinimui — jis keičia lapalakščio paviršiaus tamsiai žalią spalvą ir jo padėtį...

Pateiktasis trumpas sąrašas, kurį botanikai, be abejo, papildytų beveik nesuskaičiuojamais, ne mažiau akivaizdžiais faktais, tikiuosi, parodys nebotanikams, kaip per pastarąjį amžiaus ketvirtį išsiplėtė ratas augaluose atrastų prisitaikymų, pradedant išorinėmis formomis bei spalva ir baigiant ląstelės sienelės mikroskopine sandara...

Taigi vargu ar galima abejoti, kad mokslo vystymasis per ketvirtį amžiaus puikiai patvirtino darvinizmo išeities taško teisingumą.

К. А. Тимирязев. Дарвинизм и селекция. М.—Л., Сельхозгиз, 1937. p. 132—143.

Rūšis ir rūšių susidarymas

Rūšis ir atmaina

Iki šiol tikrai nėra nustatyta aiškios ribos tarp rūšies ir porūšio, t. y. tokių formų, kurios, kaip mano kai kurie gamtininkai, labai priartėja prie rūšies, tačiau ne visai tokį laipsnį pasiekia, arba — tarp porūšio ir aiškiai išreikštos atmainos, arba vėl — tarp silpniau išreikštos atmainos ir individualių skirtingumų. Šie skirtingumai siejasi vieni su kitais, nejučiomis susiliedami į vieną eilę, o eilės mums sudaro tikro perėjimo įspūdį.

...Atmainas, šiek tiek labiau išryškėjusias ir pastovesnes, laikau žingsniais į dar labiau išsiskiriančias ir pastovesnes atmainas, o pastarąsias — žingsniais į porūšius ir pagaliau į rūšis. Perėjimas iš vienos skirtingumo pakopos į kitą daugeliu atvejų galėjo įvykti paprastu būdu dėl organizmo prigimties ir ilgą laiką jį veikusių skirtingų fizinių sąlygų; tačiau, turėdami galvoje svarbesnius prisitaikomo pobūdžio požymius, galime tikrai manyti, kad perėjimai iš vienos skirtingumo pakopos į kitą vyko dėl natūraliosios atrankos telkiamojo veikimo,— kaip tatai vėliau bus išaiškinta,— taip pat ir dėl padidėjusio organų naudojimo ar nenaudojimo. Todėl gerai išryškėjusią atmainą (varietetą) galima pavadinti užsimezgančia rūšimi...

Nereikia manyti, kad visos atmainos, arba užsimezgančios rūšys, pasiekia rūšies laipsnį. Jos gali išmirti arba likti kaip atmainos per labai ilgą periodą... Jei atmaina suklestėtų taip, kad savo kiekiu pralenktų tėvinę rūšį, tai ji būtų laikoma rūšimi, o rūšis — atmaina, arba atmaina galėtų nustelbti ir išnaikinti tėvinę rūšį, arba abi galėtų gyventi kartu, ir abi būtų laikomos nepriklausomomis rūšimis.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius. 1959. p. 131—132.

Požymių išsiskyrimas (divergencija)

Pradmuo, kurį pavadinau šiuo terminu, turi didelę reikšmę ir, mano manymu, paaiškina kai kuriuos svarbius faktus. Pirmiausia, varietetai, netgi griežtai išreikštieji, nors ir turi kai kuriuos

rūšiai būdingus bruožus, ...tačiau jie tikriausiai vienas nuo kito skiriasi daug mažiau, negu geros, aiškios rūšys. Nežiūrint to, varietetai, atmainos, manau, yra besiformuojančios rūšys, arba, kaip jas pavadinau, užsimezgančios rūšys. Kokiu gi būdu maži skirtumai tarp varietetų išauga į didesnius skirtumus tarp rūšių? Kad taip paprastai įvyksta, tenka spręsti iš to fakto, jog daugumas rūšių, užtinkamų gamtoje, turi gerai išreikštus skirtumus; tuo tarpu varietetai, kuriuos laikome būsimų gerai išreikštų rūšių prototipais ir protėviais, turi tik silpnus ir neaiškiai apibrėžtus skirtumus. Tik atsitiktinumas, kaip paprastai sakoma, gali būti priežastis to, kad tam tikras varietetas kuriuo nors požymiu nukrypsta nuo savo protėvių, o šio varieteto palikuonys savo ruožtu dar labiau nukrypsta nuo savo protėvių ta pačia kryptimi; bet vien tik šio proceso jokiu būdu nepakanka paaiškinti tam įprastiniam ir dideliam skirtingumui, koks esti tarp tos pačios genties rūšių...

Tuo galime aiškiai įsitikinti, paėmę pavyzdžiu gyvūnus su paprastais įpročiais: tai gali būti keturkojai plėšrieji, kurių skaičius jau seniai pasiekė tą vidutinę ribą, kurią atitinkama šalis gali sutalpinti. Jeigu bus leista pasireikšti jų natūraliai dauginimosi galiai, tai šis dauginimasis iš tikrųjų gali vykti (jeigu šalyje nepasikeis kurios nors sąlygos) tik tada, kai jų įvairuojantieji palikuonys užims vietas, kurios lig tol buvo užimtos kitų gyvūnų: kai kuriems iš jų įgijus, pavyzdžiui, galimybę maitintis kitokio pobūdžio mirusiu arba gyvu grobiu, kitiems vėl apsigyvenus naujose sąlygose, išmokus laipioti medžiais, buvoti vandenyje, o dar kitiems galbūt pasidarius mažiau mėsėdžiais. Kuo skirtingesni savo įpročiais ir kūno sandara bus pasidarę mūsų plėšriųjų gyvūnų palikuonys, tuo daugiau vietų jie galės užimti. Kas tinka vienam gyvūnui, taip pat tiks bet kuriuo laiku ir kitiems gyvūnams,— su sąlyga, kad jie kitės, nes šiaip natūralioji atranka nieko negali padaryti. Tas pat galioja ir augalams. Bandymais įrodyta, kad jeigu vienas žemės sklypas apsėjamas viena rūšimi žolės, o kitas panašus sklypas — įvairiomis skirtingų genčių žolėmis, tai antruoju atveju bus gauta augalų daugiau ir šieno derlius bus geresnis, negu pirmuoju.

Ten pat, p. 178—180.

Apie pereinamųjų atmainų nebuvimą arba retumą

Kadangi natūralioji atranka veikia tik tuo, kad išlaiko naudingus pakitimus, tai kiekviena naujai susidariusi forma organinių būtybių gyvenamame krašte stengsis užimti savo mažiau tobulų tėvinių formų ar kitų mažiau palankioje padėtyje esančių formų vietą, sueidama su jomis į varžybas ir pagaliau priversdama jas išnykti. Vadinasi, išmirimas ir natūralioji atranka eina ranka rankon. Taigi jei į rūšį žiūrėsime kaip į kurios nors nežinomos formos palikuonį, tai jau pačiame naujų formų formavimosi ir tobulėjimo

procese ir kilminės, ir visos pereinamosios atmainos dažniausiai turėjo būti išnaikintos...

...Todėl pastaruoju metu negalime tikėtis rasti kiekvienoje teritorijoje daug tarpinių atmainų, nors jos čia vis dėlto turėjo egzistuoti ir galėjo būti išlikusios fosilijų pavidalu.

Ten pat, p. 228—229.

Vieninteliai spėjamojo tvėrimo centrai

Susiduriame su klausimu, kurį gamtininkai jau ne sykį svarstė, būtent, ar rūšys buvo sutvertos vienoje, ar keliose Žemės rutulio vietose. Be abejo, yra daug atvejų, kai labai sunku suprasti, kaip ta pati rūšis galėjo patekti iš vienos kurios nors vietos į įvairias nutolusias ir izoliuotas vietas, kuriose ji šiuo metu randama. Vis dėlto dėl savo paprastumo prašyte prašosi mintis, kad kiekviena rūšis iš pradžių susidarė tik kurioje nors vienoje srityje. Kas atmeta tą požiūrį, tas atmeta šio reiškinio *vera causa* [1], paprastą veisimąsi kartu su migracija ir tiki stebuklais. Visų pripažįstama, kad dauguma atvejų rūšis gyvena ištisiniame areale, ir kai augalas arba gyvūnas gyvena dviejose taip viena nuo kitos nutolusiose arba taip atskirose vietose, kad migracija tampa labai sunki, tatai laikoma pažymėtinu ir išimtiniu atsitikimu...

Klausimas, ar buvo vienas ar daug rūšies tvėrimo centrų, skiriasi nuo kito, nors ir jam artimo klausimo, būtent, ar visi tos pačios rūšies individai kilo iš vienos poros, iš vieno hermafrodito, ar, kaip galvoja kai kurie autoriai, iš daugelio vienu metu sutvertų individų. Niekada nesikryžminančių organinių būtybių (jeigu tik tokių yra) atveju kiekviena rūšis turėjo kilti iš nuoseklia eile pakitusių varietetų, išstūmusių vienas kitą, tačiau niekuomet nesimaišiusių su kitais tos pačios rūšies individais ar varietetais; taigi kiekvienoje iš eilės einančioje pakitimo stadijoje visi tos pačios formos individai būtų kilę iš vieno tėvo. Tačiau dauguma atvejų, būtent, kalbant apie visus organizmus, kurie paprastai poruojasi prieš kiekvieną gimdymą arba kurie kartkartėmis tarpusavyje kryžminasi, tos pačios rūšies individai, gyvenantieji toje pačioje srityje, kryžminimosi dėka išlieka maždaug vienodi; taigi pakitės iš karto daugelis individų, ir bendra pakitimų suma kiekvienoje stadijoje nepareis nuo atsiradimo tiktai iš vienų tėvų. Pailiustruosiu tatai pavyzdžiu. Mūsų anglų lenktynių arkliai skiriasi nuo kiekvienos kitos arklių veislės; tačiau šis jų skirtingumas ir pranašumas nepriklauso nuo to, kad jie kilo iš kurios nors vienos poros, bet nuo to, kad buvo nuolat rūpestingai atrenkama ir treniruojama daugelį individų kiekvienoje generacijoje.

Ten pat, p. 422—423, 425.

[1] Tikrąją priežastį. — *Red.*

Požymiais labiausiai išsiskiriančių formų išlikimas

Kadangi kiekviena rūšis stengiasi, daugindamasi geometrine progresija, daugėti neribotai, ir kadangi kiekvienos rūšies pakitę palikuonys sugeba tuo labiau daugėti, kuo įvairesni tampa jų įpročiai ir sandara, įgalinantieji juos užimti daugelį skirtingesnių vietų gamtos ekonomikoje, tai natūralioji atranka visada reiškia tendenciją išlaikyti kurios nors rūšies labiausiai diverguojančius (išsiskiriančius požymiais) palikuonis. Todėl ilgainiui, vykstant pakitimams, nedideli skirtumai, būdingi tos pačios rūšies varietetams, yra linkę virsti didesniais skirtumais, būdingais tos pačios genties rūšims. Nauji ir tobulesni varietetai neišvengiamai išstums ir privers išnykti senesnius, mažiau tobulus bei tarpinius varietetus, ir taip rūšys tampa apibrėžtais, atskirais objektais. Vyraujančios rūšys, priklausančios didesnėms grupėms kiekvienos klasės viduje, rodo tendenciją duoti pradžią naujoms vyraujančioms formoms; vadinasi, kiekviena didelė grupė yra linkusi tapti dar didesne ir tuo pat metu dar labiau išsiskirti požymiais. Tačiau kadangi visos grupės negali tokiu būdu didėti, nes jos negalėtų sutilpti pasaulyje, tai labiau dominuojančios grupės nugali mažiau dominuojančias grupes. Šia didesnių grupių tendencija didėti ir išsiskirti požymiais, kartu neišvengiamai vykstant smarkiam išmirimui, aiškintina, kodėl visos gyvybės formos yra susiskirsčiusios į viena kitai pajungtas grupes, priklausančias nedaugeliui didelių klasių, o tai matyti per visą gyvybės egzistavimo laiką. Šis didžiulis faktas, kad visos organinės būtybės grupuojasi į vadinamąją natūraliąją sistemą, yra visiškai neišaiškinamas, remiantis tvėrimo teorija.

Įdomu stebėti kokią nors vešlią upės pakrantę, priaugusią daugelio įvairiausios rūšies augalų, su giedančiais krūmuose paukščiais, dūzgiančiais aplinkui įvairiais vabzdžiais, po drėgną žemę šliaužiojančiais kirminais, ir mąstyti, jog visos šitos įmantrios sandaros formos, tokios skirtingos viena nuo kitos ir taip sudėtingai viena nuo kitos priklausančios, susidarė pagal dėsnius, kurie ir dabar visur aplink mus tebeveikia. Šie dėsniai plačiąja prasme yra augimas ir dauginimasis, paveldimumas, kuris beveik jeina į dauginimosi sąvoką, kintamumas, pareinąs nuo netiesioginio bei tiesioginio gyvenimo sąlygų veikimo ir nuo naudojimo bei nenaudojimo, organizmų daugėjimas, toks spartus, kad dėl to kyla kova dėl būvio ir kaip to išdava susidaro sąlygos natūraliajai atrankai, dėl kurios vyksta požymių divergencija ir mažiau tobulų formų išmirimas. Taigi iš šio gamtoje siaučiančio karo, iš bado ir mirties tiesiogiai išplaukia aukščiausia, ką galime įsivaizduoti, būtent, aukštesniųjų gyvūnų susidarymas.

Ten pat, p. 520—521, 537.

Ar visada rūšys izoliuotos?

...Sustosime iš pradžių prie pirmos kategorijos argumentų ir pirmiausia panagrinėsime klausimą: ar tikrai rūšys *visada* esti izoliuotos, atitrūkusios organinės grandinės grandys? Atsakymą į šį klausimą, be abejo, gausime neigiamą. Juo labiau plečiasi mūsų žinios apie organines formas, juo daugiau pasitaiko atvejų, panašių į tuos, kuriais rėmėsi jau Lamarkas, t. y. tokių rūšių, tarp kurių, vis daugiau prisidedant naujai ištirtųjų, darosi sunkiau ir sunkiau nustatyti griežtas ribas. Kad netuščiažodžiaučiau, pateiksiu keletą pavyzdžių. Viksva, gluosnis, gervuogė, vanagė tebėra, kaip ir Lamarko laikais, akmuo, ties kuriuo suklumpa botanikai. Hieracium — vanagių — gentyje vieni priskaičiuoja 300 rūšių, kiti — iš viso 52 arba net 20... Gyvūnų karalija pateikia ne mažiau įtikinamų pavyzdžių...

Taigi gana daug abejotinų rūšių, būtinumas dažnai atsisakyti net „gerų" rūšių, kaupiantis žinioms apie jas,— visa tai įtikina, kad faktiškai tai, kas laikoma rūšimi, nebūna *visada* galutinai apibrėžta, uždara, visais atvejais lygiareikšmė būtybių grupė.

Bet dar labiau šią abejonę sustiprina kritiška pažiūra į faktą, kurio niekada neneigė patys atkakliausi rūšių pastovumo šalininkai. Šis faktas — nepilna visų rūšies atstovų tapatybė, t. y. *varietetų* buvimas. Rūšies formos kintamos,— su tuo sutinka visi be išimties gamtininkai,— tačiau, vienų nuomone, šis kintamumas yra ribotas, kitų — jis beribis, t. y. gali pasiekti tokį mastą, kad išsiskyrę varietetai niekuo nesiskirs nuo atskirų rūšių.

К. А. Тимирязев. Исторический метод в биологии.— Соч. Т. VI. 1939, p. 89—91.

Rūšies realumas

...Žodis rūšis, taikant organizmams, turi, matyt, dvi reikšmes, ir dėl neaiškaus šio požiūrio dvejopumo mokslininkų tarpe būna begalės nesusipratimų ir prieštaravimų. Viena prasme rūšis, matyt, yra tik abstrakti sąvoka, kita — ji realus faktas. Mes turbūt čia priešpastatome rūšį varietetui, čia priešpastatome jį kitoms rūšims. Rūšis, priešpastatyta varietetui, yra, aišku, abstrakti sąvoka, tačiau *rūšys*, ištisa eilė rūšių, priešpastatytų viena kitai, yra neabejotinas objektyvus faktas ir kaip tik nuo šio objektyvaus fakto, o ne nuo abstrakčios sąvokos pradėjo darbą pirmieji klasifikuotojai, sukūrę mokslą apie rūšį.

Varietetų jungimas į rūšines grupes, kaip ir rūšių jungimas į gentis, genčių į šeimas, žinoma, vyksta abstrakčiai, bet teigiamas, kad rūšys, iš kurių susidaro aukštesnės pakopos kolektyviniai

vienetai, dauguma atvejų nesusiję į vieną nedalomą visumą, o sudaro atskiras nutrauktos grandinės grandis, yra paprastas stebėto fakto paskelbimas ir jokiu būdu neišplaukia iš psichologinio abstrakčių sąvokų sudarymo...

...*Rūšis,* kaip kategorija, griežtai apibrėžta, visada tolygi ir nekintama, gamtoje *neegzistuoja*; tvirtinti atvirkščiai — reikštų iš tikrųjų kartoti seną scholastikų —„realistų" — klaidą. Tačiau kartu, ir visiškai nepriklausomai nuo šios išvados, turime pripažinti, kad *rūšys — mūsų stebimuoju momentu — egzistuoja realiai* ir tai — faktas, laukiantis paaiškinimo.

Ten pat, p. 104—106.

Augalų ir gyvūnų klasifikacija

Gyvųjų būtybių medis

...Veikiant natūraliajai atrankai, ...išsiskiria požymiai, išnyksta daugelis mažiau patobulėjusių ir tarpinių gyvybės formų. Sutinkamai su šiais pradmenimis, gali būti išaiškinta ir vadinamojo gimininguмo prigimtis, ir tie paprastai aiškiai apibrėžti skirtumai tarp nesuskaitomų kiekvienos klasės organinių būtybių visoje žemėje. Iš tikrųjų yra nuostabus faktas — jo nuostabumo mes net nepastebime, taip su juo apsipratome,— kad visi gyvūnai ir augalai laike ir erdvėje yra tarp savęs susisieję į grupes, subordinuotas viena kitai, ir būtent, kaip visur kur tai matome, glaudžiausiai tarp savęs susisieję yra tos pačios rūšies varietetai (atmainos), jau ne taip glaudžiai ir nevienodai susijusios tos pačios genties rūšys, sudarydamos sekcijas ir pogentes, dar mažiau tarp savęs susijusios skirtingų genčių rūšys, ir pagaliau gentys turi įvairaus laipsnio savitarpio ryšius, sudarydamos pošeimius, šeimas, būrius, poklasius ir klases. Įvairių subordinuotų grupių kurioje nors klasėje negalima išrikiuoti į vieną eilę, bet jos atrodo lyg susitelkusios aplink taškus, o šie taškai — aplink kitus taškus, ir taip toliau — beveik begaliniais ciklais. Jeigu rūšys būtų buvusios sutvertos viena nuo kitos nepriklausomai, tai tokio klasifikacijos pobūdžio niekaip nebūtų galima išaiškinti; bet jis duodasi išaiškinamas paveldimumu ir kompleksiniu natūraliosios atrankos veikimu, sukeliančiu išmirimą ir požymių išsiskyrimą, kaip tat buvo pavaizduota diagramoje.

Visų tos pačios klasės būtybių gimininguмo ryšiai kartais vaizduojami didelio medžio pavidalu. Manau, kad šis palyginimas labai atitinka tiesą. Žalios pumpuruojančios šakelės vaizduoja tebegyvenančias rūšis, o ankstesniųjų metų šakelės — ilgą išmiru-

sių rūšių įpėdinystės eilę. Kiekvienu augimo periodu visos augančios šakelės mėgina šakotis į visas puses, stengdamosi pralenkti ir nustelbti aplinkui esančias šakas ir šakeles,— panašiai kaip rūšys ir rūšių grupės visais laikais nuveikdavo kitas rūšis smarkioje kovoje dėl gyvybės. Kamieno dalys išsisklaidžiusios į stambias šakas, o šios — į vis mažesnes ir mažesnes šakeles, kadaise pačios buvo — medžiui tebesant jaunam — pumpuruojančios šakelės; ir šie ryšiai tarp ankstesnių ir dabartinių pumpurų, tarpininkaujant besišakojančioms šakoms, gerai pavaizduoja išmirusiųjų ir gyvųjų rūšių klasifikaciją, jungiančią jas į grupes, subordinuotas kitoms grupėms.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 197—198.

Iškastinės rūšys ir natūralioji sistema

...Tačiau natūralioje klasifikacijoje daugelis iškastinių rūšių neabejotinai yra tarp gyvenančių rūšių, ir kai kurios išmirusios gentys esti tarp dar tebegyvenančių genčių, net tarp genčių, priklausančių skirtingoms šeimoms. Paprasčiausias atvejis, taikytinas ypač labai skirtingų grupių, pavyzdžiui, žuvų ir roplių, atžvilgiu, rodos, bus toks: jei šios abi grupės dabar skiriasi, sakysime, dvejetu dešimčių požymių, tai senieji jų nariai skyrėsi vieni nuo kitų šiek tiek mažesniu požymių skaičiumi, taigi anksčiau šios dvi grupės buvo viena nuo kitos šiek tiek arčiau, negu dabar.

Paprastai manoma, kad juo senesnė yra kuri nors forma, tuo daugiau joje yra požymių, siejančių ją su grupėmis, kurios dabartiniu metu yra labai skirtingos vienos nuo kitų. Šią pastabą, be abejo, tenka apriboti tik tomis grupėmis, kurios labai pakito geologinių amžių laikotarpyje, ir sunku beįrodyti šio tvirtinimo teisingumą, kadangi retkarčiais randamas net ir dabar gyvenantis gyvūnas..., kuris turi giminystės ryšių su labai skirtingomis grupėmis. Tačiau, jeigu palyginsime senesniuosius roplius ir amfibijas, senesniąsias žuvis, senovinius galvakojus ir eoceno žinduolius su tų pačių klasių naujesniaisiais atstovais, tai turėsime pripažinti, kad šioje pastaboje esama tiesos.

Ten pat, 404—405.

Natūraliosios sistemos principai

Kaip jau matėme, gamtininkai stengiasi suskirstyti kiekvienos klasės rūšis, gentis ir šeimas, remdamiesi vadinamąja natūralia sistema. Tačiau kas turima galvoje, kalbant apie tokią sistemą?

Kai kurie autoriai į ją žiūri tik kaip į schemą, pagal kurią galima priskirti vieną prie kitos labiausiai panašias organines būtybes ir atskirti labiausiai nepanašias; arba mato joje dirbtinį metodą kiek galint trumpiau išreikšti bendrus teiginius, tai yra pateikti vienu sakiniu, pavyzdžiui, bendrus visų žinduolių požymius, kitu — visų plėšriųjų, dar kitu — bendrus šunų genties požymius ir pagaliau, pridedant tik vieną sakinį, pateikiamas jau pilnas kiekvienos šunų rūšies aprašymas. Neginčytina, kad tokia sistema yra protinga ir naudinga. Tačiau daugelis gamtininkų mano, kad natūralia sistema reikia suprasti kai ką daugiau; jie tiki, kad joje pasireiškia tvėrėjo planas; tačiau, kol nebus tiksliai nusakyta, kas suprantama tuo tvėrėjo planu,— ar tam tikra tvarka laike, ar erdvėje, arba viena ir kita, arba dar kas nors,— man rodos, kad mūsų žinios šiuo būdu neprasiplės. Posakiais, panašiais į tą garsų Linėjaus aforizmą, kurį dažnai užtinkame daugiau ar mažiau paslėpta forma, būtent, kad ne požymiai apsprendžia gentį, bet gentis apsprendžia požymius, berods, turima galvoje tai, jog mūsų klasifikacijose pasireiškia kažkoks gilesnis ryšys, negu tik paprastas panašumas. Manau, kad taip ir yra ir kad kilmės bendrumas — vienintelė žinoma artimo organinių būtybių panašumo priežastis — yra tas ryšys, kurį... iš dalies mums atskleidžia mūsų klasifikacijos.

Dabar panagrinėkime taisykles, kurių laikomasi klasifikuojant, ir tuos keblumus, kurie atsiranda laikantis požiūrio, kad klasifikacija arba atskleidžia kažkokį nežinomą tvėrimo planą, arba yra tiktai paprasta schema bendriems teiginiams pateikti ir labiausiai tarp savęs panašioms formoms sugretinti. Galima pagalvoti (ir seniau taip buvo galvota), kad klasifikacijoje labai didelę reikšmę turi tos struktūros dalys, kurios apsprendžia kiekvienos būtybės gyvenimo būdą ir jos bendrąją padėtį gamtos ekonomikoje. Negali būti didesnės klaidos. Niekas nelaiko, kad išorinis pelės panašumas į kirstuką, diugonio — į banginį ar banginio į žuvį turi kokią nors svarbą. Toks panašumas, nors ir labai glaudžiai susijęs su visu organizmo gyvenimu, skiriamas tiktai prie „prisitaikomų, arba analoginių, požymių"... Galima net laikyti bendra taisykle, kad juo mažiau kuri nors organizmo dalis yra susijusi su ypatingais įpročiais, tuo ji tampa svarbesnė klasifikacijai... Kalbant apie augalus — kaip keista, kad jų vegetaciniai organai, nuo kurių priklauso jų mityba ir gyvybė, yra tokie nesvarbūs klasifikacijai, tuo tarpu reprodukciniai organai su jų produkuojamais sėkla ir gemalu klasifikacijoje turi didžiulę reikšmę! Taip pat anksčiau nagrinėdami kai kurias morfologines ypatybes, kurios nėra svarbios funkciniu atžvilgiu, matėme, kad jos dažnai nepaprastai pasitarnauja klasifikacijai. Tatai priklauso nuo jų pastovumo daugelyje gimininingų grupių, o jų pastovumas svarbiausia priklauso nuo to, kad natūralioji atranka neišlaiko ir nesukaupia nedidelių jų nukrypimų, nes veikia tiktai kuriam nors reikalui tarnaujančius požymius.

Tai, kad vien tiktai kurio nors organo fiziologinė svarba neapsprendžia jo klasifikacinės vertės, jau beveik įrodo tas faktas, jog gimininguose grupėse, kuriose, kaip turime visišką pagrindą galvoti, tas pats organas turi maždaug tokią pačią fiziologinę reikšmę, jo klasifikacinė vertė būna labai skirtinga.

Ten pat, p. 469—470.

Natūralioji sistema kaip organizmų giminingumo atspindys

Faktas, jog visas praeities ir dabartines organines būtybes galima suskirstyti keletoje didelių klasių į viena kitai pajungtas grupes ir kad išmirusios grupės dažnai užima tarpinę padėtį tarp dabartinių grupių, yra visiškai suprantamas, laikantis natūraliosios atrankos teorijos su jos pasekmėmis — išmirimu ir požymių išsiskyrimu... Tikroji visų organinių būtybių giminystė, skirtingai nuo jų prisitaikomųjų panašumų, priklauso nuo paveldimumo arba kilmės bendrumo. Natūrali sistema — tai genealoginis būtybių suskirstymas, jų įgytus skirtingumo laipsnius pažymint terminais: varietetai (atmainos), rūšys, gentys, šeimos ir t. t.; mums tenka nustatyti genealoginius ryšius, vadovaujantis pastoviausiais požymiais — kokie jie bebūtų ir kokią nedidelę reikšmę beturėtų būtybių gyvybei.

Ten pat, p. 527—528.

Č. Darvino teorijos reikšmė

Marksizmo klasikai apie Darviną

Savęs išbandymo laikotarpiu — per pastarąjį mėnesį — aš skaičiau visokius dalykus. Tarp kitko, Darvino knygą apie „Natūraliąją atranką". Nors išdėstyta grubiai, angliškai, ši knyga yra mūsų pažiūrų gamtamokslinis pagrindas.

К. Маркс. Письмо Ф. Энгельсу 19 декабря 1860 г.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2. Т. 30, p. 102.

Labai reikšmingas yra Darvino veikalas, jis man tinka kaip gamtamokslinis pagrindas istorinei klasių kovai suprasti. Žinoma, reikia susitaikyti su grubia angliška dėstymo maniera. Nepaisant visų trūkumų, čia pirmą kartą ne tik suduotas mirtinas smūgis „te-

leologijai“ [1] gamtos moksle, bet ir empiriškai išaiškinta jos racionali prasmė.

К. Маркс. Письмо Ф. Лассало 16 января 1861 г.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2. Т. 30, p. 475.

Apskritai Darvinas, kurį kaip tik dabar skaitau, puikus. Teleologija vienu iš jos aspektų dar nebuvo sutriuškinta, o dabar tatai padaryta. Be to, iki šiol dar niekas tokiu didžiuliu mastu nemėgino įrodyti istorinį vystymąsi gamtoje, ir dar su tokiu pasisekimu.

Ф. Энгельс. Письмо К. Марксу 11 или 12 декабря 1859 г.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2. Т. 29, p. 424.

Bet apie tą patį laiką empirinis gamtos mokslas taip pakilo ir pasiekė tokių puikių rezultatų, jog ne tik pasidarė galima visiškai įveikti XVIII šimtmečio mechaninį vienapusiškumą, bet ir pats gamtos mokslas, išaiškinęs pačioje gamtoje esančius ryšius tarp įvairių tyrinėjimo sričių (mechanikos, fizikos, chemijos, biologijos ir t. t.), iš empirinio mokslo pavirto teoriniu ir, apibendrindamas gautus rezultatus, pasidarė materialistinio gamtos pažinimo sistema...

...lemiamą reikšmę čia turėjo trys dideli atradimai.

Pirmas iš jų buvo energijos virtimo įrodymas, išplaukiąs iš mechaninio šilumos ekvivalento atradimo...

Antras — nors laiko atžvilgiu ir ankstyvesnis — atradimas yra Švano ir Šleideno atradimas organinės ląstelės kaip vieneto, iš kurio dauginimosi ir diferencijavimosi atsiranda ir išauga visi organizmai, išskyrus žemiausiuosius... Paslaptingumo skraistė, gaubianti organizmų atsiradimo bei augimo procesą ir jų struktūrą, buvo nuplėšta...

Bet ir po viso to dar liko viena esminė spraga. Jeigu visi daugialąsčiai organizmai — tiek augalai, tiek ir gyvūnai, įskaitant ir žmogų,— išauga kiekvienas iš vienos ląstelės pagal ląstelių dalijimosi dėsnį, tai iš kur yra kilęs begalinis šių organizmų įvairumas? Į šį klausimą davė atsakymą trečias didelis atradimas — vystymosi teorija, kuri sistemingu pavidalu pirmąsyk buvo sukurta ir pagrįsta Darvino. Kad ir kokie pakeitimai dar bus padaryti šios teorijos detalėse, ji kaip visuma jau dabar išsprendžia problemą daugiau negu patenkinamai. Pagrindiniais bruožais yra nustatyta organizmų vystymosi eilė nuo nedaugelio paprastų formų ligi vis įvairesnių ir sudėtingesnių organizmų, kokius mes matome mūsų laikais, baigiant žmogumi. Dėl to ne tik pasidarė galima išaiškinti esamus organinės gyvybės atstovus, bet ir buvo duotas pagrindas žmogaus dvasios priešistorijui, įvairioms jo raidos pakopoms pasekti, pradedant nuo paprastos, bestruktūrės,

[1] Teleologija — idealistinis mokslas, pagal kuri bet koks vystymasis vyksta pagal iš anksto nustatytą tikslą. — *Sud.*

bet juntančios dirgius žemiausiųjų organizmų protoplazmos ir baigiant mąstančiomis žmogaus smegenimis. O be šio priešistorijo mąstančių žmogaus smegenų egzistavimas lieka stebuklas.

Šių trijų didžiųjų atradimų dėka pagrindiniai gamtos procesai išaiškinti, suvesti į natūralias priežastis.

Fridrichas Engelsas. Gamtos dialektika. Vilnius, 1960. p. 141—142.

...Gamta yra dialektikos išbandymas, ir mes turime pripažinti, kad šiuolaikinis gamtos mokslas šiam bandymui pateikė nepaprastai turtingą, kasdien gausėjančią medžiagą, tuo pačiu įrodydamas, jog gamtoje galų gale viskas vyksta dialektiškai, o ne metafiziškai, kad ji juda ne amžinai vienodu, nuolat iš naujo pasikartojančiu ratu, bet pergyvena tikrą istoriją. Čia visų pirma paminėtinas Darvinas, kuris metafiziniam gamtos supratimui sudavė ypač smarkų smūgį, įrodydamas, kad visas nūdienis organinis pasaulis, augalija ir gyvūnija, vadinasi, ir žmogus, yra milijonus metų trukusio vystymosi proceso produktas.

F. Engelsas. Socializmo išsivystymas iš utopijos į mokslą. — K. Marksas, F. Engelsas. Rinktiniai raštai. T. II, Vilnius, 1950. p. 115—116.

Kaip Darvinas atrado organinio pasaulio vystymosi dėsnį, taip Marksas atrado žmogaus istorijos vystymosi dėsnį...

F. Engelsas. Kalba prie Markso kapo. — K. Marksas, F. Engelsas. Rinktiniai raštai. T. II, p. 149.

Darvinas savo epochiniame veikale išeities tašku ima plačiausiai aptinkamą atsitiktinumo pagrindą. Kaip tik begaliniai atsitiktiniai individų skirtumai atskirose rūšyse, skirtumai, kurie didėdami gali išeiti už rūšies požymio ribų ir kurių net artimiausios priežastys gali būti nustatytos tik rečiausiais atvejais, kaip tik jie verčia jį suabejoti ligtoliniu bet kurio dėsningumo biologijoje pagrindu — rūšies sąvoka, kuri ligi to laiko buvo suprantama kaip metafiziškai sustingusi ir nekintama.

Fridrichas Engelsas. Gamtos dialektika. Vilnius, 1960, p. 161.

...Kaip Darvinas padarė galą pažiūrai, kad gyvių ir augalų rūšys esančios tarp savęs visai nesusijusios, atsitiktinės, „dievo sutvertos“ ir nekintamos, ir pirmasis padėjo biologijai tikrai mokslinius pamatus, nustatydamas rūšių kintamumą ir jų paveldimumą,— taip ir Marksas padarė galą pažiūrai, kad visuomenė esanti mechaninis individų agregatas, galintis įvairiai keistis pagal vyresnybės valią...

V. Leninas. Kas tie „liaudies draugai“ ir kaip jie kovoja su socialdemokratais? — Pilnas raštų rinkinys. T. 1, 1976, p. 128.

Kai teorijos, iškeltos mano šioje knygoje, taip pat ir p. Volio arba kitų analoginės teorijos rūšių kilmės klausimu, bus visų priimtos, tai, kaip galima apytikriai numatyti, gamtamokslyje įvyks nemažas perversmas. Sistematikai galės toliau dirbti savo darbą, kaip ir dabar, bet jų jau nebepersekios nuolat, kaip šmėkla, abejonė, ar ta arba kita forma yra tikra rūšis. Ir aš įsitikinęs, kalbu tat iš patyrimo, kad tai bus nemažas palengvėjimas. Baigsis begaliniai ginčai apie tai, ar maždaug penkiasdešimt D. Britanijos gervuogių rūšių yra tikros rūšys, ar ne. Sistematikams reikės tiktai išspręsti (nesakau, kad tatai bus lengva), ar kuri nors forma yra tokia pastovi ir skirtinga nuo kitų formų, kad ją būtų galima apibrėžti, ir jeigu taip, tai ar esamieji skirtumai yra pakankamai svarbūs, kad nusipelnytų rūšies pavadinimo. Į pastarąjį atvejį bus kreipiama dėmesio žymiai daugiau, negu dabar, nes daugumas gamtininkų, nepaisydami to, kokie nežymūs tėra skirtumai tarp kurių nors dviejų formų, jeigu tik jos nesijungia viena su kita tarpinėmis gradacijomis, laiko, kad šių skirtumų visiškai pakanka abiem formoms pakelti į rūšies laipsnį.

Paskui mums teks pripažinti, kad vienintelis skirtumas tarp rūšių ir aiškiai išreikštų varietetų yra tai, kad pastarieji, kaip žinoma arba kaip manoma, pastaruoju metu yra susiję tarpinėmis gradacijomis, tuo tarpu rūšys buvo tokiu būdu susijusios praeityje...

Kiti, bendresni gamtamokslio skyriai dėl to pasidarys daug įdomesni. Gamtininkų naudojami terminai: giminystė, giminystės ryšys, tipo bendrumas, tėvystė, morfologija, prisitaikomieji požymiai, rudimentiniai bei abortuoti organai ir kt. nustos buvę metaforos ir įgaus aiškią prasmę. Kai į organinę būtybę nebežiūrėsime taip, kaip laukinis žiūri į laivą, t. y. kaip į kažką jam visiškai nesuprantamą; kai į kiekvieną gamtos būtybę žvelgsime kaip į dalyką, turintį savo ilgą istoriją; kai kiekvienoje sudėtingoje sandaroje ir instinkte matysime sumą daugelio prisitaikymų, naudingų jas turinčiam individui, panašiai kaip kuris nors didelis mechaninis išradimas yra daugelio darbininkų triūso, patyrimo, proto ir net jų klaidų suma; kai taip žiūrėsime į kiekvieną organinę būtybę, kaip nepalyginamai įdomiau — kalbu iš savo patyrimo — pasidarys tada tyrinėti gamtamokslio klausimus!

Atsivers didžiulė ir beveik nepaliesta tyrimų dirva: galėsime tyrinėti kitimo priežastis ir dėsnius, koreliaciją, naudojimo ir nenaudojimo poveikius, tiesioginį išorinių sąlygų veikimą ir t. t. Nepaprastai pakils naminių gyvulių ir kultūrinių augalų tyrinėjimo reikšmė. Naujas žmogaus išvestas varietetas bus žymiai svarbesnis ir įdomesnis tyrimo objektas, negu pridėta dar viena rūšis prie begalinio jau užregistruotų rūšių kiekio. Mūsų klasifikacijos taps, kiek tatai įmanoma, genealoginiais medžiais, ir

tada jos jau iš tikrųjų vaizduos tai, ką būtų galima pavadinti tvėrimo planu. Klasifikavimo taisyklės, be abejo, supaprastės, kai turėsime prieš save apibrėžtą užduotį...

Ateityje numatau plačią dirvą žymiai svarbesniems tyrimams. Psichologija tvirtai remsis tuo pagrindu, kurį jau taip gerai padėjo p. Herbertas Spenseris: būtinumu kiekvieną psichinę galią bei sugebėjimą įgyti laipsniškai. Žymiai paaiškės žmogaus atsiradimas ir jo istorija...

...Galime net pranašiškai pažvelgti į ateitį ir numatyti, jog įprastinės ir labai paplitusios rūšys, priklausančios didelėms ir vyraujančioms grupėms kiekvienos klasės viduje, pagaliau įsivyraus ir sudarys naujas vyraujančias rūšis. Kadangi visos gyvenančios gyvybės formos yra tiesia linija kilusios iš tų formų, kurios gyveno dar kur kas prieš kambro epochą, tai galime būti tikri, jog paprasto dauginimosi grandinė nė karto nebuvo nutrūkusi ir kad jokios kataklizmos nenusiaubė visos žemės. Todėl galime su tam tikru pasitikėjimu numatyti, kad ateitis yra saugi ilgiems laikams. O kadangi natūralioji atranka veikia tiktai kiekvienos būtybės gerovei ir tos gerovės dėka, tai visos kūno ir psichinės savybės turės tendenciją tobulėti.

Carlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 534—537.

Mokslininkai biologai apie Darviną

Dabartinio lyginamojo gyvūnijos sudėtingiausių gyvenimo reiškinių tyrinėjimo pradininku ir įkvėpėju iš tikrųjų reikia laikyti Čarlzą Darviną, kuris, kaip žinoma kiekvienam išsilavinusiam žmogui, antroje praėjusio šimtmečio pusėje savo genealia vystymosi idėjos iliustracija apvainikavo visą protinį žmonijos darbą, o ypač gamtos mokslo biologijos skyrių. Žmogaus kilmės iš gyvūnų hipotezė, žinoma, labai paskatino domėtis sudėtingiausių gyvūnijos gyvenimo reiškinių tyrinėjimu.

И. П. Павлов. Полн. собр. соч. Т. III. 1951, книга первая, р. 236.

Mokslas apie organinio pasaulio evoliuciją neabejotinai yra visos biologijos bendras teorinis pagrindas. Antra vertus, be jos negalima spręsti svarbiausių Žemės rutulio geologinės istorijos klausimų. Ji turi nepaprastai svarbią reikšmę filosofijai, nes pateikia aiškių įrodymų, kad dialektinis materialistinis pasaulio supratimas yra teisingas. Dabartinio mokslo požiūriu, vargu ar koks nors kitas gamtos mokslo skyrius išreiškia dialektinio gamtos vystymosi idėją vaizdžiau, tiksliau, turtingiau ir įvairiau, negu evoliucijos mokslas.

...Praėjus daugiau kaip šimtui metų po Č. Darvino teorijos atsiradimo, evoliucijos tyrimų patirtis, mūsų nuomone, leidžia spręsti apie tai, kuri iš evoliucijos teorijų yra artimiausia tikrovei. Tokia teorija laikome darvinizmą...

Л. Ш. Давиташвили. Современное состояние эволюционного учения на Западе. М., «Наука», 1966, p. 5, 14.

...Darvinas, pats to nesuvokdamas, savo teoriją sukūrė pagal materialistinės dialektikos principus. Priežastis — dialektinis gamtos reiškinių, kuriuos jis nepaprastai uoliai ištyrinėjo, pobūdis... Istorinis organinio pasaulio vystymasis, Darvino visiškai įrodytas,— svarbiausias gamtoje vykstančių procesų dialektikos bruožas...

Dialektinė Darvino teorijos esmė labiausiai išryškėja, sprendžiant rūšių atsiradimo problemą. Palikuonių požymių išsiskyrimas, įskaitant neišvengiamą daugeliu atvejų tarpinių grupių išnykimą, yra svarbiausia Darvino evoliucijos teorijoje: tik tokiu būdu pasisekė išaiškinti pagrindinius dabartinio organinio pasaulio bruožus, atskleisti ir išaiškinti svarbiausias organizmų evoliucijos puses...

Vienų rūšių atsiradimas iš kitų, perimamumas tarp jų apibūdina nenutrūkstamą vystymąsi. Ir kartu rūšys izoliuotos, griežtai viena nuo kitos atribotos, laipsniškų perėjimų tarp jų paprastai nebūna. Darvino teorija išsamiai paaiškina, kaip, vykstant nenutrūkstamam organinių formų vystymosi procesui, neišvengiamai užtikrinamas susidariusių formų visumos netolydinis pobūdis...

...Darvinas parodė, kad rūšiai visada būdingas ir kūrimosi, ir nykimo procesas; tam tikrą laiką ji išlaiko jai būdingas savybes (tai dar ta pati rūšis) ir kartu įgyja naujos rūšies, kuri keičia ją, pradmenų (jau ne buvusioji rūšis). Dvi vieningo rūšių susidarymo proceso pusės — naujų organinių formų atsiradimas ir senųjų nykimas, iki Darvino metafiziškai atitrūkusios viena nuo kitos, pirmą kartą jo teorijoje pasirodė glaudžiai susijusios. Pradinės grupės — senosios rūšys — išnyksta, išstumiamos, o iš jų atsirandančios naujos formos — varietetai ir rūšys — vystosi kaip labiau prisitaikiusios...

...Būdamas vienas įžymiausių praėjusio amžiaus sistematikų, Darvinas giliai teoriškai ir praktiškai išnagrinėjo daugybę gyvūnų rūšių. Todėl nenuostabu, kad jis savo teorinius teiginius ir evoliucijos teoriją ištisai grindžia rūšių realumu. Rūšys ne tiktai egzistuoja gamtoje, bet ir atsiranda, vystosi, „kovoja" tarpusavyje, tarpsta arba išstumiamos; kiekviena jų užima tam tikrą teritoriją (rūšies arealą) ir yra susijusi su tam tikru, jai būdingu sąlygų kompleksu (ekologinis rūšies apibrėžtumas).

Rūšių realumo idėją Darvinas traktuoja ne deklaratyviai, bet remia, gina ją...

Būdama dialektinė pagal gyvosios gamtos tyrimo metodą, Darvino teorija yra materialistinė savo turiniu, bendro teorinio (filosofinio) pagrindo pobūdžiu...

...Darvinas atskleidė materialias sąlyginio tikslingumo priežastis, ir biologija tuo pačiu buvo nukreipta iš idealistinių (teleologinių) kelių į materialistinius. Organizmų prisitaikymo atsiradimas ir tobulėjimas kartu su divergencija yra ir svarbiausias natūraliosios atrankos rezultatas...

...Dėmesio vertas tas faktas, kad Darvinas, aiškindamas tikslingumo kilmę, įveikė klaidingas ir Lamarko, ir Kiuvjė pažiūras: jis atmetė Lamarko aiškinimą apie individualių pakitimų, atsirandančių dėl išorinių sąlygų poveikio, prisitaikomąjį pobūdį, o parodydamas sąlyginį kintamumo pobūdį, paneigė teleologinį Kiuvjė pažiūrų pagrindą. Teisingas organinio pasaulio tikslingumo problemos sprendimas aiškiausiai parodo ateistinį Darvino teorijos pobūdį.

Darvinas atliko milžinišką darbą, peržiūrėdamas visą gamtos mokslo lobyną. Biologijoje sukauptus faktus apie augalijos ir gyvūnijos sandarą, individualų vystymąsi, geografinį paplitimą, klasifikaciją ir ypač apie jų iškasamas liekanas jis įvertino savo evoliucijos teorijos požiūriu. Nė vienas jų neliko nepaaiškintas...

Dar daugiau, gausybė biologijos faktų, Darvinui jau žinomų ir naujai sukauptų, taip aiškiai iliustruoja istorinį organinio pasaulio vystymąsi, jog jie teisėtai pripažįstami tiesioginiais ir šalutiniais evoliucijos įrodymais. Tai daugelis morfologijos (būtent embriologijos), sistematikos, biogeografijos ir paleontologijos klausimų. Dėl šių pasiekimų Darvino hipotezė veikiai tapo tvirtai pagrįsta organinio pasaulio evoliucijos teorija: dabartiniai įžymūs biologijos laimėjimai iš esmės yra Darvino nuopelnas, nes jis XIX—XX amžiuje padėjo jos vystymuisi mokslinį pagrindą.

«История эволюционных учений в биологии», под ред. В. И. Полянского, Ю. И. Полянского. М.—Л., «Наука», 1966, p. 232—235.

2. Organinio pasaulio vystymasis

Evoliucijos teorija aiškina organinės gamtos įvairovę, jos atsiradimą ir vystymąsi. Pagrindiniai evoliucijos veiksniai — kintamumas, paveldimumas ir natūralioji atranka — veikė nuo pat gyvybės atsiradimo momento. Organinis pasaulis vystėsi, išliekant labiau prisitaikiusiems ir išnykstant mažiau prisitaikiusiems.

Įvairūs biologijos mokslai pateikia daugybę faktų, patvirtinančių evoliucijos procesą organinėje gamtoje.

Šiame skyriuje pateikiamos ištraukos iš Darvino ir dabartinių mokslininkų darbų, kuriuose nagrinėjama organinio pasaulio evoliucijos Žemėje įrodymai bei tyrimo metodai ir pagrindinės jos kryptys.

Natūralioji atranka — organinio pasaulio evoliucijos varomoji jėga

Naujos formos tobulesnės už senąsias

Taip pat matėme, jog... natūralioji atranka yra nukreipta į tai, kad kiekvienos būtybės organizacija pasidarytų labiau specializuota bei ištobulėtų ir ta prasme taptų aukštesnė; be to, natūralioji atranka daugelį būtybių gali palikti paprastos ir nepatobulėjusios sandaros, prisitaikiusios prie paprastų gyvenimo sąlygų, ir kai kuriais atvejais natūralioji atranka gali organizaciją net ir degraduoti, padaryti ją žemesnę, tačiau šiuo būdu geriau pritaikydama tokias būtybes prie jų naujų gyvenimo sąlygų. Kitais, bendresniais atvejais naujos rūšys tampa pranašesnės už savo pirmtakus, kadangi kovoje dėl būvio joms tenka nugalėti visas senesniąsias formas, su kuriomis jos sueina į betarpiškas varžybas. Todėl galime daryti išvadą, kad jeigu, esant maždaug tokioms pat klimato sąlygoms, eoceno Žemės rutulio gyventojams tektų stoti į varžybas su dabartiniais gyventojais, tai pirmieji būtų nugalėti ir sunaikinti pastarųjų, panašiai kaip būtų nugalėti ir sunaikinti mezozoinės eros gyventojai eoceno gyventojų ir paleozoinės eros formos — mezozoinių formų. Taigi, vadovaujantis šiuo pagrindiniu, pergalės kovoje dėl būvio, rodikliu, taip pat atsižvelgiant į organų specializacijos laipsnį, dabartinės formos, sutinkamai su natūraliosios atrankos teorija, turėtų stovėti aukščiau už senąsias formas. Ar taip ir yra? Didžioji paleontologų

dauguma į tai atsakys teigiamai, ir atrodo, kad tokį atsakymą tenka pripažinti teisingu, nors įrodyti tatai ir sunku...

...Geologinė kronika, visais laikais būdama nepilnutinė, nesiekia tokios gilios praeities, kad neabejotinai aiškiai įrodytų, jog mums pažįstamos pasaulio istorijos eigoje organizacija yra žymiai pažengusi į priekį... sprendžiant, kurios formos organizacijos atžvilgiu yra toliausia pažengusios į priekį, mums reikėtų ne tiktai lyginti tobuliausius kurios nors klasės narius, gyvenusius dviem skirtingais laikotarpiais, nors tatai, be abejo, yra svarbus ir galbūt svarbiausias elementas nustatant duomenis, bet taip pat lyginti visus aukštos ir žemos organizacijos atstovus abiejuose perioduose. Tam tikroje tolimos praeities epochoje aukščiausios ir žemiausios organizacijos moliuskų, būtent galvakojų ir pečiakojų, knibždėte knibždėjo žemėje; pastaruoju metu abi šios grupės labai sumažėjo, tuo tarpu kitos, organizacijos atžvilgiu tarpinės, grupės žymiai padidėjo, ir todėl kai kurie gamtininkai yra tos nuomonės, jog kadaise moliuskai buvo tobulesni, negu dabar; tačiau priešingai nuomonei paremti galima pateikti svaresnį argumentą, pavyzdžiui, nurodyti didelį pečiakojų kiekio sumažėjimą ir tą faktą, jog mūsų dabartiniai galvakojai, nors ir negausūs, yra tobulesni, negu senoviniai tos klasės atstovai. Mums taip pat reikėtų palyginti santykinius skaičius aukštųjų ir žemųjų klasių atstovų, gyvenusių visame pasaulyje kurių nors dviejų periodų būvyje. Jei, pavyzdžiui, dabartiniu metu Žemėje gyvena penkiasdešimt tūkstančių stuburinių gyvūnų formų ir jeigu žinotume, kad kuriuo nors ankstesniu laikotarpiu gyveno tik dešimt tūkstančių formų, tai į šį aukščiausios klasės atstovų padaugėjimą, kuris reiškia, kad buvo išstumta daug žemesniųjų formų, turėtume žiūrėti kaip į aiškią gyvybės organizacijos pažangą Žemės rutulyje. Taigi matome, kaip beviltiškai sunku, esant tokioms nepaprastai sudėtingoms sąlygoms, visiškai teisingai palyginti taip nepilnutinai težinomų faunų vienas paskui kitas sekusiais periodais organizacijos aukštumą...

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 409—411.

Apie geologinės kronikos nepilnumą

Stengiausi parodyti, kad geologinė kronika yra labai nepilna; kad tik nedidelė Žemės rutulio dalis geologiniu atžvilgiu yra rūpestingai ištirta; kad tik kai kurios organinių būtybių klasės gausiai išliko kaip fosilijos; kad ir atskirų egzempliorių, ir rūšių, saugojamų mūsų muziejuose, skaičius yra visiškai menkas, palyginus jį su skaičiumi generacijų, kurios pakeitė viena kitą net vienos kurios nors formacijos susidarymo būvyje; stengiausi parodyti, jog kadangi jūrų dugno grimzdimas buvo beveik būtina sąlyga susidaryti nuosėdoms, turtingoms įvairių fosilinių rūšių ir pakankamai storoms, kad jos galėtų išsilaikyti vėliau dūlėjimo

procese, tai, matyt, tarp daugumos mūsų viena po kitos sekusių formacijų susidarymo praėjo dideli laiko tarpai; kad gyvų būtybių mirdavo turbūt daugiau grimzdimo laikotarpiais, kitėjimai vykdavo daugiau jūros dugno kilimo periodais, ir šių pastarųjų geologinė kronika mums išliko ypač nepilna...

Kas nepripažįsta, kad geologinė kronika yra nepilna, turi pagrindo atmesti visą mano teoriją, kadangi jis veltui klaus, kur yra nesuskaitomos tarpinės grandys, kurios kadaise turėjo susieti artimai giminingas, arba pavaduojančias, rūšis, randamas tos pačios didelės formacijos vienas paskui kitą sekančiuose aukštuose. Jis gali nepatikėti, kad be galo ilgi protarpiai įsiterpdavo tarp susidariusių formacijų; jis gali neatkreipti dėmesio į tai, koks svarbus reiškinys yra migracija, susidarant kurio nors didelio regiono, pavyzdžiui Europos, formacijoms, jis gali primygtinai nurodinėti matomą, tačiau dažnai klaidingai matomą, staigų ištisų grupių pasirodymą...

Palikdami nuošalyje šiuos sunkumus, matome, kad kiti pagrindiniai paleontologijos faktai puikiai derinasi su teorija apie rūšių atsiradimą modifikacijos būdu, veikiant kintamumui ir natūraliajai atrankai. Taigi galime suprasti, kodėl naujos rūšys atsiranda lėtai ir nuosekliai vienos po kitų, kodėl skirtingų klasių rūšys nebūtinai keičiasi kartu, vienodu greičiu arba tokiu pat laipsniu, tačiau ilgainiui vis tiek visos šiek tiek pakinta. Senų formų išmirimas yra beveik neišvengiama naujų formų susidarymo išdava. Galime suprasti, kodėl rūšis, vieną kartą dingusi, niekuomet nebepasirodo. Rūšių grupės daugėja lėtai ir egzistuoja nevienodai ilgus laikotarpius todėl, kad pakitimo procesas būtinai vyksta iš lėto ir priklauso nuo daugelio sudėtingų atsitiktinumų. Vyraujančios rūšys, priklausančios didelėms ir dominuojančioms grupėms, turi tendenciją palikti daugelį modifikuotų palikuonių, kurie sudaro naujus pogrupius ir grupes. Jiems besusidarant, silpnesnių grupių rūšys dėl savo iš bendro protėvio paveldėtos menkesnės organizacijos reiškia tendenciją išmirti ir nepalikti žemėje jokių pakitusių palikuonių. Tačiau galutinis visos rūšių grupės išmirimas kartais gali vykti labai lėtai dėl to, kad nedaugelis palikuonių, gyvendami apsaugotose ir izoliuotose vietose, išlieka. Jei kartą kuri nors grupė visai išnyksta, ji jau daugiau nebepasirodo, nes generacijų grandinė nutrūksta.

Ten pat, p. 414—416.

Gyvųjų būtybių kilmės vieningumas

Kiekvienas protaująs žmogus, matydamas aplink save gyvas būtybes — augalus ir gyvulius, matydamas nuostabiai tobulą tų būtybių prisitaikymą prie išorinių jų gyvenimo sąlygų ir atskirų

jo dalių, kiekvieno organo prisitaikymą prie tam tikros funkcijos, jaučia kažkokį neramų norą atspėti, kažkokį reikalingumą suprasti to tobulumo esmę, išsiaiškinti jo priežastį ir kilmę...

Kaip atsirado ir susidarė visos, mūsų žemėje dabar gyvenančios organinės būtybės? Šis klausimas visais laikais, kaip kažin kokia užburiamoji jėga, jaudino mąstytojų protus. Jie bandė įsižiūrėti į tolimą neišmatuojamos praeities tamsą, kada pirmąkart mūsų planetoje atsirado gyvybė. Savo kūrybinio protavimo galia jie bandė nupiešti, atkurti organinių būtybių kūrimo procesą. Gamtos mokslams besivystant, žmogaus prote kilo dvi galimos prielaidos: arba visi tie organizmai iš karto įgavo tas formas, kurios šiuo momentu taip stebina mus, arba jos atsirado vienos iš kitų nuolatinio, lėto kitimo proceso keliu...

Pirmasis įspūdis, kurį gamtos tyrinėtojas susidaro, stebėdamas organines būtybes, yra tas, kad visi tie organizmai nėra taip įvairūs ir skirtingi, kaip kad atrodo paviršutiniškai žiūrint į gamtą. Tokiam stebėtojui atskiros formos nėra vienintelės, neturinčios kitose formose analogijos. Priešingai, kiekviename žingsnyje jis pastebi formų panašumą, kažin kokį giminiškumo ryšį, kuris yra ar labai artimas, ar tik kiek nutolęs. Noras išpainioti tą sudėtingą organinių būtybių giminiškumo rezginį, juo tiksliau apibūdinti šio giminiškumo laipsnį — tai buvo pirmasis gamtos mokslo uždavinys... Šios krypties rezultatas buvo organinių būtybių klasifikacija: visi organizmai buvo surinkti į vieną kitai priklausomas grupes, kuriose reiškėsi vis didesni ir didesni panašumo laipsniai ir tarytum vis artimesni ir artimesni giminiškumo laipsniai... Tokiu būdu, panašių formų, tarpusavyje susietų pereinamomis formomis, suradimas davė mintį apie organinių būtybių giminiškumą ir jų kilmės bendrumą.

Antrasis, reikšmingesnis atradimas buvo tas, kad net labai mažai tarpusavy panašios formos yra panašios bendrais savo sandaros bruožais, tarytum jos būtų sukurtos pagal vieną bendrą planą ar pavyzdį. Lyginamasis gyvulių anatomijos studijavimas parodė, kad skirtingos išvaizdos ir įvairios paskirties organai, kaip, pvz., žmogaus ranka, arklio koja, kurmio letena, ruonio plaukmuo, šikšnosparnio sparnas, susideda iš tų pačių, ta pačia tvarka sujungtų kaulų. Kad net tiek nuo išvardytųjų skirtingas organas, kaip paukščio sparnas, maža kuo nuo jų tesiskiria savo sandara. Ir kad pagaliau žuvies peleke galima įžiūrėti tam tikro panašumo į visus aukščiau išvardytus organus. Kartais tas pats organas įvairiems gyvūnams atlieka skirtingas funkcijas; taip antai, zoologai tvirtina, kad žuvų plaukiojamoji pūslė atitinka kitų stuburinių gyvūnų plaučius...

K. A. Timiriazevas. Carlzas Darvinas ir jo mokslas. Vilnius, 1950, p. 48—50.

Gyvybės kilmė

Apie gyvybės esmę

...Gyvybė yra baltyminių kūnų egzistavimo būdas, kurio esminis momentas yra *nuolatinė medžiagų apykaita su juos supančia išorine gamta,* ir nutrūkus šiai medžiagų apykaitai, nutrūksta ir gyvybė, o tai sukelia baltymo susiskaidymą. Jeigu kada nors pavyks chemiškai sudaryti baltyminius kūnus, tai jie būtinai turės gyvybės reiškinių ir vykdys medžiagų apykaitą, kad ir kokie jie bus silpni ir neilgalaikiai...

Pirmieji atsiradę baltymo gumulėliai turėjo turėti sugebėjimą misti deguonimi, anglies dvideginiu, amoniaku ir kai kuriomis supančiame juos vandenyje ištirpusiomis druskomis. Organinio maisto dar nebuvo, nes juk jie negalėjo ėsti vienas kito. Tai įrodo, kiek aukščiau jų stovi šiuolaikinės, net branduolio neturinčios moneros, kurios minta diatomėjomis ir t. t., t. y. numato visos eilės diferencijuotų organizmų egzistavimą.

F. Engelsas. Gamtos dialektika. Vilnius, 1960, p. 225—226.

...Dabartiniame gyvybės apibrėžime turi atsispindėti ir būdingi gyvybės substrato bruožai, ir specifiniai judėjimo formos bruožai. Ir viena, ir antra turi būti apibūdinta pagal šiuolaikines žinias apie gyvąsias struktūras ir gyvybinius procesus. Klausimo panašaus sprendimo pavyzdys gali būti apibrėžimas, kurį suformulavo A. Mamzinas: "...gyvybę jos elementaria forma galima apibrėžti kaip atvirų koloidinių sistemų egzistavimo būdą; šių sistemų būtini elementai — baltymų tipo junginiai, nukleininės rūgštys ir fosforinės organinės medžiagos, o jų būdingos savybės — reguliavimasis ir vystymasis, kaupiant ir perdirbant medžiagas, energiją ir informaciją, gaunamas joms sąveikaujant su aplinka" [1].

Ф. Н. Правдин. Дарвинизм. М., «Просвещение», 1968, p. 164—165.

Medžiagų apykaita gyvojoje ir negyvojoje gamtoje

Tačiau kas gi yra tie gyvybės reiškiniai, kurie vienodai sutinkami visur, visose gyvosiose būtybėse? Pirmiausia tai, kad baltyminis kūnas paima iš savo aplinkos kitas tinkamas medžiagas ir jas asimiliuoja, tuo tarpu kai senesnės kūno dalelės suyra ir išskiriamos. Kiti, negyvi kūnai natūralaus proceso eigoje taip pat keičiasi, yra arba kombinuojasi, bet kartu jie nustoja buvę tuo, kuo jie buvo anksčiau. Uola, kuri išdūlėjo, jau nebe uola; oksiduojamas metalas pavirsta į rūdį. Bet tai, kas negyvuose kūnuose yra

[1] А. С. Мамзин. Об определении понятия «жизнь».— «Философские проблемы современной биологии». М., «Наука», 1966, p. 117.

irimo priežastis, baltymui sudaro *pagrindinę egzistavimo sąlygą*. Kai tik baltyminiame kūne liaujasi tas nenutrūkstamas sudėtinių dalių kitimas, ta nuolatinė mitimo ir išskyrimo kaita,— nuo to momento pats baltyminis kūnas nustoja egzistavęs, jis suyra, t. y. *miršta*. Vadinasi, gyvybė — baltyminio kūno egzistavimo būdas — pirmiausia yra tai, kad baltyminis kūnas kiekvienu momentu yra jis pats ir tuo pačiu metu — kitas ir kad taip yra ne dėl kokio nors proceso, kuris jį veikia iš išorės, kaip tai būna ir su negyvais kūnais. Priešingai, gyvybė, medžiagų apykaita, vykstanti mitimo ir išskyrimo būdu, yra savaiminis procesas, būdingas, įgimtas savo nešėjui — baltymui, procesas, be kurio negali būti gyvybės. O iš čia išeina, kad jei chemijai kada nors pavyks dirbtinai sukurti baltymą, tai jis turės rodyti gyvybės reiškinius, kad ir pačius silpniausius. Žinoma, dar klausimas, ar sugebės chemija tuo pačiu metu atrasti ir tam baltymui reikalingą maistą.

Iš mitimo ir išskyrimo būdu vykstančios medžiagų apykaitos, kaip esminės baltymo funkcijos, ir iš baltymui būdingo plastiškumo išplaukia visi kiti paprasčiausieji gyvybės veiksniai: dirglumas, kuris jau yra baltymo ir jo maisto sąveikoje; traukumas, kuris pasireiškia jau labai žemoje pakopoje, suvartojant maistą; sugebėjimas augti, kuriam žemiausioje pakopoje būdingas dauginimasis dalijimosi būdu; vidinis judėjimas, be kurio neįmanomas nei maisto suvartojimas, nei jo asimiliacija.

F. Engelsas. Anti-Diuringas. Vilnius. 1958, p. 71.

Baltymo atsiradimas

Tas laikas, kai planeta apsitraukia kieta pluta ir kai jos paviršiuje susikaupia vanduo, sutampa su laiku, kai jos pačios šiluma vis daugiau ir daugiau pasitraukia į antrą vietą, palyginti su šiluma, kurią ji gauna iš centrinio šviesulio...

Kai pagaliau temperatūra tiek nukrinta, kad ji — bent viename žymesniame paviršiaus plote — jau neperžengia tų ribų, kuriose baltymas gali gyvuoti, tai, esant kitoms palankioms preliminarinėms cheminėms sąlygoms, susidaro gyva protoplazma...

Tikriausiai praslinko tūkstančiai metų, kol susidarė sąlygos, kuriomis galėjo įvykti tolesnė pažanga ir iš šio beformio baltymo, susidarius branduoliui ir apvalkalui, atsirado pirmoji ląstelė. Bet kartu su šia pirmąja ląstele buvo padėtas pagrindas ir visoms organinio pasaulio formoms susidaryti. Iš pradžių išsivystė, kaip galima spėti iš visų paleontologinio archyvo duomenų, nesuskaitoma daugybė rūšių neląstelinių ir ląstelinių protistų, iš kurių... vienos palaipsniui diferencijavosi į pirmuosius augalus, o kitos — į pirmuosius gyvūnus. O iš pirmųjų gyvūnų išsivystė, daugiausia tolesnio diferencijavimosi būdu, nesuskaitomos gyvūnų klasės, būriai, šeimos, gentys ir rūšys ir pagaliau toji forma, kurioje pilniau-

siai išsivysto nervų sistema,— stuburiniai, o jų tarpe pagaliau atsiranda tas stuburinis, kuriame gamta ima suvokti pati save,— žmogus.

Fridrichas Engelsas, Gamtos dialektika. Vilnius, 1960, p. 14.

„Maitinamojo sultinio" susidarymas

Mūsų turimi faktai rodo, kad gyvybės atsiradimas Žemėje buvo ilgas ir vienapusiškas procesas: organinės medžiagos darėsi vis sudėtingesnės ir iš jų formavosi ištisos sistemos, tolydžio sąveikaujančios su aplinka.

Pirminė šio proceso grandis buvo abiogeninis organinių medžiagų susidarymas mūsų planetos paviršiuje. Organinės medžiagos yra pagrindinė ir būtina materialaus gyvybės substrato sudėtinė dalis ir, tik joms kintant, gali susidaryti biologinė medžiagų apykaita. Todėl prieš gyvybės atsiradimą organinės medžiagos Žemėje būtinai turėjo susidaryti abiogeniniu būdu (nepriklausomai nuo gyvybės). Paprasčiausi, pradiniai šiuo požiūriu anglies junginiai yra angliavandeniliai...

...Pirmoji grandis anglies kitimo grandinėje, kurios dėka atsirado gyvybė mūsų planetoje, yra gana universali, vykstanti visoje Visatoje...

Tokiu būdu organinės medžiagos iš pradžių kūrėsi Žemės atmosferoje, o po to persikėlė į jos hidrosferą, kur jų kitimas ir sąveika nesiliovė...

Taigi turime labai svarų pagrindą manyti, kad tam tikru mūsų planetos egzistavimo laikotarpiu jos hidrosferos (pirminių jūrų ir vandenynų) vanduo virto įvairiausių organinių junginių tirpalu, sudarė savotišką „maitinamąjį sultinį"...

«О сущности жизни», отв. ред. чл.-корр. АН СССР Г. М. Франк и чл.-корр. АН СССР А. М. Кузин. М., «Наука», 1964, p. 20—22.

Cheminė-biologinė gyvybės atsiradimo teorija

Šis savotiškas „pirminis sultinys" visą laiką keitėsi, evoliucionavo ir visas, ir atskiros jo dalys, pavyzdžiui, daugiau ar mažiau izoliuotuose vandenyse, kur jo koncentracija galėjo padidėti dėl vietinio lokalinio vandens garavimo. Kartu su šiais kiekybiniais pakitimais evoliucionavo ir jo kokybinė sudėtis, nes jame nuolat vyko cheminiai kitimai...

Gyvybei būdinga tai, kad ji ne paprastai pasklidusi erdvėje, bet yra atstovaujama atribotų nuo išorinio pasaulio individualių, labai sudėtingų sistemų — organizmų. Jie galėjo atsirasti tik per ilgą evoliuciją, ilgai tobulėjant izoliuotoms erdvėje kažkokioms daug paprastesnėms pirminėms sistemoms, išsiskyrusioms iš pirminio vienodo tirpalo — „pirminio sultinio".

Dirbant su stambiapolimerinių organinių medžiagų vandeniniais tirpalais įprastomis gamtinėmis temperatūros, slėgio, rūgštingumo ir kt. sąlygomis, dažnai galima pastebėti reiškinį, kai įvairių polimerinių junginių molekulės jungiasi viena su kita, sudarydamos ištisus molekulinius spiečius arba grupes ir tokiu būdu išsiskiria iš tirpalo matomų pro mikroskopą darinių, vadinamų koacervato lašeliais, pavidalu. Jų dydis gali šiek tiek įvairuoti priklausomai nuo sudėties, bet apskritai jis esti artimas paprastų vienaląsčių organizmų dydžiui...

Labai svarbu tai, kad lemiamą vaidmenį, išsiskiriant lašeliams, turi tik juos sudarančių molekulių dydis, koacervate esančių medžiagų polimerizacijos laipsnis, bet ne vienokia ar kitokia dėsninga atskirų grandžių išsidėstymo polimerinėje grandinėje seka. Todėl koacervato lašeliai susidaro, maišantis ne tik natūralių baltymų ir nukleininių rūgščių tirpalams, bet ir... dirbtinių nespecifinių polimerų, ir aminorūgščių, ir nukleotidų, tirpalams. Jei vieno jų sintezė vykdavo vandens tirpale, dalyvaujant arba lygiagrečiai susidarant kitam polimerui, čia kiekvieną kartą atsirasdavo koacervato lašelių, kai tiktai, vykstant polimerizacijai, molekulės, įeinančios į koacervato komponentų sudėtį, pasidarydavo tam tikro dydžio. Šis bandymas rodo, kad panašus reiškinys turėjo vykti ir „pirminio sultinio" sąlygomis.

Kaip matėme anksčiau, šiomis sąlygomis vyko nespecifinė organinių junginių polimerizacija ir susidarė polipeptidai bei polinukleotidai su netvarkingai išsidėsčiusiomis monomerinėmis liekanomis jų grandinėje.

Tiesioginė šito pasekmė turėjo būti susidariusių polimerų išsiskyrimas koacervato lašelių pavidalu. Todėl tolesnė organinių polimerų evoliucija galėjo vykti daugiausia šiuose kompleksuose, izoliuotose sistemose, bet ne tiesiog bendrame tirpale, kaip tai būdavo įsivaizduojama anksčiau...

Tarp lašelio ir jo aplinkos visada yra griežta riba. Vis dėlto lašeliai nuo šios aplinkos ne izoliuoti, bet sugeba su ja sąveikauti, o tai labai svarbu tolesnei jų evoliucijai. Pirmiausia ši sąveika pasireiškia lašelių sugebėjimu pasirinkti sau iš aplinkos medžiagas, kurios gali koncentruotis lašeliuose iki dydžių, keliasdešimt kartų viršijančių jų pradinę koncentraciją pirminiame tirpale...

Panagrinėkime kurio nors vieno koacervato lašelio likimą. Pirminiame Žemės vandenyne koacervato lašelis buvo nugrimzdęs ne į paprastą vandenį, bet į įvairių organinių ir neorganinių medžiagų tirpalą. Šias medžiagas jis gaudė, ir po to jos chemiškai reagavo su paties koacervato medžiagomis, ir dėl to lašelis augo. Tačiau greta kūrimo procesų kiekviename lašelyje vyko ir irimas, skilimas. Ir kūrimo, ir skilimo procesai įvairiuose lašeliuose vyko nevienodu greičiu. Šis greitis priklausė nuo kiekvieno koacervato vidinės struktūros, kuri nuo pat lašelių susidarymo pradžios buvo skirtinga. Todėl vienuose lašeliuose greičiau vyko kūrimo, o kituo-

se — irimo procesai. Tai ir nulėmė tolesnį kiekvieno koacervato likimą.

Jeigu kurio nors koacervato lašelio vidinė struktūra susiklostė taip, kad jame greičiau vyko skilimo procesai, tai toks lašelis, egzistavęs ilgesnį ar trumpesnį laiką, turėjo suirti. Taip ir atsitiko su milijardais koacervato lašelių.

Tačiau milijardai kitų lašelių, kuriuose kūrimo procesai pralenkė irimo procesus, išliko, išsaugojo savo individualybę, didėjo ir tūriu, ir mase, t. y. augo.

Taip pamažu didėjo lašeliai, turintys tam tikrą, tobulesnę tomis egzistavimo sąlygomis sandarą. Mažai tikėtina, kad Žemės hidrosferos sąlygomis kiekvienas lašelis galėjo visą laiką didėti kaip vientisa masė. Veikiamas išorinių mechaninių veiksnių (pavyzdžiui bangų smūgių arba mūšos), jis turėjo smulkėti panašiai, kaip emulsijos lašeliai plakant.

Tokiu būdu atsiradę dukteriniai lašeliai iš pradžių savo vidine struktūra buvo daugiau ar mažiau panašūs į lašelius, iš kurių atsirado... Tačiau, atsiskyręs nuo kitų, kiekvienas dukterinis lašelis ėmė savitai vystytis, imdamas naujas medžiagas iš aplinkos. Dėl to ėmė keistis jo cheminė sudėtis ir vidinė struktūra.

Ši nauja pakitusi dukterinio lašelio sandara galėjo nulemti kūrimo procesus arba, atvirkščiai, irimą. Pastaruoju atveju iš karto sutrikdavo lašelio pastovumas. Toks „nevykęs“ lašelis suirdavo, o buvusios jame medžiagos vėl pasklisdavo aplinkiniame tirpale, patekdamos į tą bendrą „katilą“, iš kurio ėmė sau maistą labiau „vykę“, geresnės sandaros koacervatai.

Taip, formuojantis gyvybei, atsirado savotiška koacervato lašelių natūralioji atranka. Griežtai kontroliuojant šiai atrankai, toliau vystėsi augantys ir besidauginantys lašeliai...

Todėl „pirminio sultinio“ sąlygomis koacervatai visą laiką ne tiktai augo, bet ir laipsniškai tobulėjo jų struktūra. Taip atsirado tas vidinis sandaros prisitaikymas atlikti tam tikras gyvybines funkcijas, tas struktūros „tikslingumas“, kuris būdingas kaip tik gyvoms būtybėms...

Pagaliau atsirado tokie dariniai, kurių sandara jau buvo gerokai tobulesnė, negu dinamiškai pastovių koacervato lašelių, tačiau dar vis nepalyginamai paprastesnė, negu dabar mums žinomų pačių paprasčiausių mikrobų. Pagal susitarimą šiuos darinius toliau vadinsime „protobiontais“...

Protobiontai „pirminio sultinio“ sąlygomis galėjo maitintis, augti bei daugintis ir, svarbiausia, buvo veikiami „natūraliosios atrankos“, kuri savaime ir nulėmė jų tolesnę evoliuciją pirmųjų gyvųjų būtybių formavimosi kelyje.

Pirmiausia šis formavimasis turėjo paliesti jų katalizinį aparatą, kaip svarbiausią medžiagų apykaitos organizavimo veiksnį, pagrįstą jį sudarančių reakcijų greičių santykiu. Be abejo, mūsų nagrinėjamoje evoliucijos stadijoje protobiontams prieinami katalizatoriai galėjo būti tik „pirminiame sultinyje“ esančios papras-

čiausios organinės medžiagos ir neorganiniai junginiai, kurių katalizinis aktyvumas buvo labai nedidelis. Tačiau, esant tam tikram jų deriniui, šis aktyvumas galėjo gerokai padidėti, o tai ir vyko protobiontų „natūraliosios atrankos" eigoje ir dėl to susiformavo palyginti primityvūs šiuolaikinės ląstelės požiūriu katalizatoriai — kofermentai...

Iš pradžių atsiradę baltyminiai polimerai su jų atsitiktiniu aminorūgščių liekanų išsidėstymu galėjo būti medžiaga koacervato lašeliams ir protobiontams susidaryti, tačiau jie arba visiškai neturėjo katalizinio aktyvumo, arba buvo labai blogi katalizatoriai.

Dabartinių organizmų fermentinių baltymų sintezės mechanizmas yra nepaprastai sudėtingas ir tobulas ir dėl to aminorūgštys viena po kitos išsidėsto polipeptidinėje grandinėje būtent ta seka, kurios reikalauja specifinis, griežtai dėsningas mononukleotidinių liekanų derinys DNR ir RNR molekulėse Be abejo, toks mechanizmas galėjo atsirasti tiktai dėl ilgos gyvųjų sistemų evoliucijos. Tačiau jau gerokai ankstesnėse vystymosi stadijose protobiontuose esantys polinukleotidai galėjo turėti tam tikros įtakos tai aminorūgščių polimerizacijai, kuri vyko šiose sistemose...

А. И. Опарин. Современные данные о происхожденни жизни, М., «Знанне», 1966, р. 29—38.

Augalų ir gyvūnų organizmų atsiradimas

Vienintelis maisto šaltinis pirminiams organizmams galėjo būti tiktai tos organinės medžiagos, kurios buvo atsiradusios anksčiau grynai abiogeniniu būdu. Todėl sugebėjimas maitintis organinėmis medžiagomis formavosi nuo pat gyvybės atsiradimo ir yra būdingas visoms be išimties gyvoms būtybėms.

Kadangi pirminėje Žemės atmosferoje ir hidrosferoje nebuvo laisvojo deguonies, tai pirminių organizmų energijos apykaita buvo nedeguoninė, anaerobinė. Lyginamosios biochemijos duomenys įtikinamai rodo, kad anaerobinė apykaita (rūgimas) yra visų be išimties dabartinių organizmų energetikos pagrindas.

Vystantis gyvybei, abiogeniniu būdu susidariusių organinių medžiagų atsargos Žemės paviršiuje laipsniškai mažėjo, nes gyvybė vystėsi greičiau, negu susidarydavo šios medžiagos, ir jų ėmė trūkti. Šis gyvenimo sąlygų pasikeitimas paskatino vystytis pirmiausia tokius organizmus, kurie dėl įgytos savybės sugerti matomąją šviesą galėjo iš naujo kurti organines medžiagas iš neorganinio anglies junginio, iš atmosferos anglies dioksido.

Taip vietoj ankstesnio labai netobulo ir lėto abiogeninio organinių medžiagų susidarymo būdo atsirado naujas, biologinis šių medžiagų sintezės būdas — fotosintezė. Ji medžiagų apykaitos pagrindu vyko labai tobulais būdais ir todėl vėliau įgijo vyraujančią, monopolinę reikšmę, kuri išliko ir iki mūsų laikų.

Fotosintezės atsiradimas pakeitė visas gyvenimo sąlygas Žemėje. Dalis organizmų patys ėmė kurtis reikalingus organininius junginius, kita dalis išlaikė buvusias mitybos formas, naudodami tas organines medžiagas, kurios atsirasdavo dabar jau biogeniniu būdu vykstant fotosintezei. Pagal tai organizmai susiskirstė į augalus ir gyvūnus...

Taigi formavimasis, būdingas visų dabartinių gyvųjų būtybių sandarai ir endvės, ir laiko atžvilgiu, t. y. biologinės medžiagų apykaitos ir ląstelinės struktūros pagrindų formavimasis, gali būti suprastas, tik nagrinėjant gyvybės evoliucijos istoriją ir nustatant specifinius šiai evoliucijai biologinius dėsningumus.

Vystantis gyvybei, minėtiems pagrindams susiformuoti prireikė daugelio daugelio šimtų milijonų metų, galbūt pusės to laiko, kurį egzistuoja gyvybė Žemėje.

Tačiau, atsiradus šiems pagrindams, gyvybė ėmė vystytis labai sparčiais tempais, ir, tai labai svarbu, mes jau galime sekti šį vystymąsi, remdamiesi paleontologiniais duomenimis, tyrinėdami tas biologines suakmenėjusias liekanas, kurios išliko Žemės gelmėse ir kurios yra nenuginčijami dokumentai, liudijantys apie įvairias gyvybės formas, kadaise gyvenusias mūsų planetoje.

Jeigu mūsų planetos amžių pradėtume skaičiuoti nuo to laiko, kai ji ėmė formuotis iš protoplanetinio debesies medžiagų, tai šį amžių, kad būtų apvalus skaičius, galėtume prilyginti maždaug 5 milijardams metų. Todėl, jeigu panorėtume išdėstyti visą Žemės istoriją, mums tektų parašyti 10 tomų, kiekvieną po 500 puslapių, o kiekvienas puslapis atitiktų vieno milijono metų laikotarpį...

Nuosekliai vartydami šio (paskutinio — *Sud.*) tomo puslapius, nagrinėdami chronologiją tų svarbiausių įvykių, kuriais buvo tokia turtinga organinio pasaulio vystymosi istorija per pastaruosius 500 milijonų metų, galėtume betarpiškai įsitikinti, kad šio vystymosi tempai nenukrypstamai spartėjo. Nagrinėjamo laikotarpio pradžioje šie tempai buvo palyginti nedideli, daug mažesni, negu jo pabaigoje. Prireikė, pavyzdžiui, beveik pusės šio laikotarpio, kad augalai visiškai užkariautų sausumą, o į jūrų ir pelkių pakrantes iššliaužtų varliagyviai, dar visiškai priklausomi nuo vandens.

Toliau žemyno gyvūnija ėmė vystytis daug greičiau; tačiau vis dėlto praėjo dar apie 100 milijonų metų, kol Žemėje įsigalėjo ropliai, kurie savo apogėjų pasiekė tik prieš 60—70 milijonų metų. Tik pusė to laiko, 35 milijonai sekančių metų, praėjo, kol roplių viešpatiją pakeitė paukščių ir žvėrių viešpatija, o mums dabar žinomus sandaros bruožus jie įgijo tiktai prieš kokius 5—7 milijonus metų. Ir tiktai vienas paskutinis mūsų tomo puslapėlis apima visą žmonijos istoriją.

Spartūs ir vis didėjantys gyvybės vystymosi tempai minėtu laikotarpiu ir nulėmė nuostabią mūsų aplinkinio pasaulio labai sudėtingos sandaros augalų ir gyvūnų įvairovę. Tačiau gyvybės

pradžia, be abejo, jokiu būdu nesutampa su mūsų dešimtojo tomo pradžia. Atvirkščiai, jau pirmuosiuose jo puslapiuose išvystame gana vešlų gyvybės vystymąsi, daugybę rūšių daugialąsčių dumblių ir įvairių bestuburių gyvūnų, medūzų, kirmėlių, dygiaodžių, minkštakūnių ir trilobitų. Čia nėra tik stuburinių. Tačiau ir mūsų išvardytieji augalai bei gyvūnai yra jau palyginti sudėtingos sandaros gyvosios būtybės, kurios galėjo atsirasti, tik labai ilgai vystantis gyvybei buvusiame kambro periode...

Prieš mūsų akis iškyla prieš kambro periodą buvusi gyvybės epocha — proterozoinė era. Ši era, prasidėjusi beveik prieš 2 milijardus metų, buvo didžiulis geologinio vystymosi etapas, t. y. tas nepaprastai svarbus Žemės paviršiaus gyvenimo laikotarpis, kai mūsų planetos atmosfera ėmė netekti savo atkuriamojo pobūdžio, laipsniškai prisipildydama laisvojo deguonies. Taigi ši era apima visą devintąjį, aštuntąjį tomą ir net didelę dalį septintojo mūsų Žemės istorijos tomo.

Ten pat, p. 39—42.

Gyvybės atsiradimo proceso trukmė

Per laiko tarpą, kurio tiksliai nustatyti negalime, tačiau neabejotinai milžinišką, Žemė, pakankamai atvėsusi, kad jos paviršiuje galėjo susidaryti ir egzistuoti anglies molekulių grandinės, Žemė, tikriausiai su vandens apvalkalu, iš kurio kyšojo tik pirmosios būsimųjų žemynų salelės, stebėtojui, turinčiam tobuliausias šiuolaikines tyrimo priemones, būtų atrodžiusi tuščia ir bevaisė. Šie vandenys, surinkti toje epochoje, nebūtų palikę net tobuliausiuose mūsų filtruose jokios judrios dalelės. Labiausiai padidinus, būtų buvę įžvelgiami tik inertiniai junginiai.

Bet štai vieną puikų momentą, praėjus gana ilgam laikui, tuose pačiuose vandenyse, atskirose vietose ėmė knibždėti mažytės būtybės. Iš šio pirminio knibždėlyno išsivystė nuostabi organizuotos materijos masė, kurios sudėtingas veltinis sudaro šiandien paskutinį (arba, tiksliau, priešpaskutinį) mūsų planetos apvalkalą — biosferą...

Materialiu požiūriu, iš šalies, geriausia šiuo momentu pasakyti, kad iš tikrųjų gyvybė *prasideda iš ląstelės*. Kuo daugiau mokslas — štai jau šimtmetis — stengiasi ištirti šį cheminiu ir struktūros požiūriu supersudėtingą vienetą, tuo labiau aiškėja, kad kaip tik čia glūdi paslaptis, kurios žinojimas nulems spėjamąjį, bet dar neapčiuoptą ryšį tarp dviejų pasaulių — fizikos ir biologijos. Ląstelė — *natūrali gyvybės kruopelė*, kaip atomas — natūrali neorganizuotos materijos kruopelė. Jeigu norime nustatyti, kur glūdi gyvybės stadijų specifika, be abejonės, turime pabandyti suprasti ląstelę...

П. Тейяр де Шарден. Феномен человека. М., «Прогресс», 1965, p. 80—81.

Prie gyvybės ištakų

Taigi savo ištakose gyvybė mums atrodo *kartu ir kaip mikroskopinė,* ir kaip *nesuskaičiuojama.* Pats šis dvilypis gyvybės pobūdis neturi būti mums netikėtas. Visiškai natūralu, kad, vos atsiradusi iš materijos, gyvybė *dar turi molekulinės būklės atspindį...*

Pirma, mes galime tarti, kad pirmosios ląstelės, atsiradusios vienoje arba keliose vietose, paskui beveik iš karto pagausėjo, panašiai kaip plinta kristalizacija prisotintame tirpale. Ar nebuvo jauna Žemė biologinio įtempimo būklėje?

Antra, remdamiesi tomis pačiomis pirminio nepastovumo sąlygomis, galime taip pat įsivaizduoti, kad perėjimas nuo megamolekulių prie ląstelių vyko beveik vienu metu daugybėje vietų... Iš esmės šie du požiūriai... atsiranda iš prielaidos apie pirmųjų gyvųjų būtybių jaunoje Žemėje *glaudų evoliucinį giminingumą.*

Ten pat, p. 93—95.

Gyvybės sudėtingumas

Gyvybė atrodo kaip ypatinga, labai sudėtinga materijos ir energijos tarpusavio ryšio forma, kurios kilmę galima logiškai paaiškinti, remiantis bendriausiomis sąvokomis. Svarbūs įvykiai gyvybės atsiradimo istorijoje, be abejo, buvo tokie: susiformavo organiniai junginiai ir darėsi vis sudėtingesni, jie išsiskyrė į atskirus struktūrinius vienetus, atsirado energijos kaupimo ciklai ir vystėsi savaiminio dauginimosi mechanizmai. Manoma, kad jie turėję vykti iš dalies lygiagrečiai ir reguliuojami savos rūšies primityvios atrankos (protoselekcijos). Dabartinis savaiminio dauginimosi mechanizmas naudojasi informacija, užkoduota nukleininių rūgščių, valdančių baltymų sintezę, makromolekulėse.

П. Эрлих, Р. Холм. Процесс эволюции. М., «Мир», 1966, p. 28.

Pagrindinės evoliucijos kryptys

Biologinis progresas

Jeigu matome, kad kuri nors gyvūnų grupė randa gausiai maisto, greitai ir laisvai veisiasi, mažai naikinama priešų ir dėl to sparčiai daugėja, t. y. jeigu vietovė, kurioje gyvena ši rūšis, tankiau apgyvenama; jeigu ši rūšis, toliau evoliucionuodama, įsikuria naujose vietose ir užima naujus paplitimo arealus; jeigu pagaliau ši rūšis, vykstant šiam daugėjimo ir įsikūrimo procesui, suskyla į smulkesnes taksonomines grupes, t. y. į daugelį varietetų, kurie savo ruožtu stengiasi tapti naujomis rūšimis, tai

mums visiškai aišku, kad ši gyvūnų grupė keičiasi progresuodama ir šis progresas yra biologinio pobūdžio. Šitai turi tą prasmę, kad dėl pačių pakitimų, kurių dėka pasiekiama biologinio progreso, organizmo sandara gali tapti ne tik sudėtingesnė, bet ir supaprastėti. Žinome, kad vienais atvejais individų daugėja dėl progresuojančio sandaros tobulėjimo, o kitais — tų pačių rezultatų pasiekiama, šiems gyvūnams tapus parazitais ir jų sandarai supaprastėjus. Čia susiduriame su labai bendru grynai *biologiniu* principu. Taigi *biologiniam progresui būdingi šie požymiai: 1) tam tikros sistematinės grupės individų skaičiaus didėjimas, 2) progresuojantis plitimas, t. y. naujų gyvenimo arealų užėmimas ir 3) skilimas, kai gyvūnai patenka į naujas gyvenimo sąlygas, į pavaldžius sistematinius vienetus (varietetus, grupes ir t. t.).*

Biologinio progreso sąvoka pasidarytų dar aiškesnė, jeigu lygintume su tiesiogiai jam priešingais procesais: su tam tikros grupės individų skaičiaus mažėjimu, paplitimo arealo siaurėjimu ir pavaldžių taksonominių grupių skaičiaus mažėjimu. Dėl šių reiškinių tam tikra gyvūnų grupė ilgainiui išnyksta. Visiškai aišku, kad biologinis progresas yra būtina bet kurios grupės pergalės kovoje dėl būvio sąlyga ir kad priešinga jai sąvoka yra tos sistematinės grupės išnykimas...

Skiriame keturias morfofiziologinių pakitimų, įvairiai padedančių laimėti kovoje dėl būvio, rūšis:

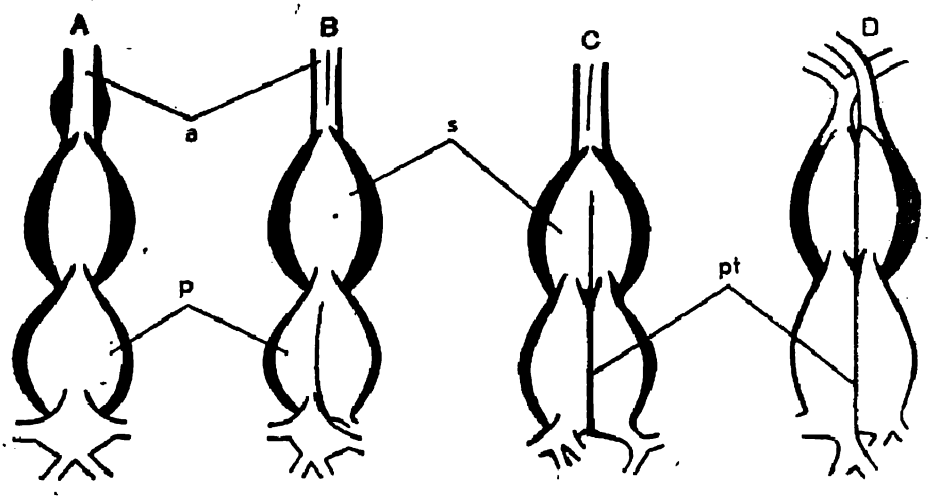
1. Morfofiziologinis progresas, arba aromorfozės, t. y. prisitaikomieji pakitimai, kurių dėka bendra suaugusių palikuonių gyvybinės veiklos energija padidėja.
2. Idioadaptacija, t. y. prisitaikomieji pakitimai, kai suaugusių palikuonių gyvybinės veiklos energija nepadidėja, bet ir nesumažėja.
3. Cenogenezės, t. y. prisitaikomieji gyvūnų gemalų (ir lervų) pakitimai, kai bendra suaugusių palikuonių gyvybinė energija ir sandara nepasikeičia, bet padaugėja palikuonių.
4. Bendroji degeneracija, t. y. suaugusių palikuonių prisitaikomieji pakitimai, kai bendra gyvybinės veiklos energija sumažėja.

А. Н. Северцов. Главные направления эволюционного процесса, изд. 3. Изд-во МГУ, 1967, p. 57—58.

Aromorfozė

Taigi pirmasis būdas, kuriuo pasiekiama biologinio progreso, yra morfofiziologinio progreso kelias, kuris tėra tik atskiras biologinio progreso atvejis. Morfofiziologinis progresas arba, kaip mes jį kitaip vadiname, aromorfozė, vyksta, didėjant,

diferencijuojantis ir darantis vis sudėtingesnėms gyvūnų organų funkcijoms bei atitinkamai keičiantis šių organų sandarai, o dėl to padidėja bendra gyvūnų organizmo gyvybinės veiklos energija. Šie pastarieji pakitimai esti tokie: 1) progresyvūs histologiniai pakitimai, kai, pavyzdžiui, indiferentines gyvūnų jutimo ląsteles pakeičia specializuotos aukštesniųjų jutimo organų ląstelės arba kai lygųjį raumeninį audinį pakeičia skersaruožis ir t. t. ..., esant visiems šiems pakitimams, patobulėja šios rūšies ląstelių arba audinių specifinė funkcija ir, svarbiausia, padidėja organizmo bendra gyvybinės veiklos energija; 2) progresyvūs organų dydžio ir formos pakitimai, kai, pavyzdžiui, padidėja kurio nors judėjimo organo raumenys arba pasikeičia kaulų forma, susidarant kaulų keteroms, prie kurių gali prisitvirtinti stipresni raumenys, ir t. t.; 3) organų diferenciacija, kai vienodos sandaros organas virsta organu su įvairiomis dalimis, pritaikytomis skirtingoms funkcijoms... 4) organų padaugėjimas, kurį pastebime, vykstant žvynų, plaukų, dantų ir kt. evoliucijai; 5) daug kur esančių organų pasiskirstymo ir išsidėstymo pakitimai (juntamųjų ląstelių ir nervų galūnių koncentracija jautresnėse vietose...) ... 6) atskirų dalių suaugimo ir antrinio atsiskyrimo procesai. Vykstant progresyviai evoliucijai, dėl visų šių įvairių organų sandaros kitimo tipų padidėja organų funkcijų intensyvumas, įvairovė ir sudėtingumas, t. y. organizmo gyvybinės veiklos bendra energija: taigi visi jie yra aromorfozės.



Tipiškas organo evoliucijos aromorfozės kelių pavyzdys:

A — dviejų skyrių žuvų širdis; *B* — trijų skyrių varliagyvių širdies susidarymas. Priešširdis *(p)* persiskiria į dvi dalis; *C* — pradeda susidaryti keturių skyrių roplių širdis; skilvelial *(s)* dar nc visiškai persiskyrę; *D* — paukščių ir žinduolių keturių skyrių širdis; (*a* — aorta, *p* — priešširdis, *pt* — pertvarėlė, *s* — skilvelis)

Filogenetinį organo vystymąsi aromorfozės keliu puikiai iliustruoja stuburinių širdies evoliucija, neabejotinai padidinusi šių gyvūnų aktyviųjų organų gyvybinės veiklos energiją ir nulėmusi jų centrinės nervų sistemos ir jutimo organų progresyvios evoliucijos galimybę... dviejų dalių žuvų širdis: veninis kraujas patenka į ištisą, neperskirtą prieširdį, o iš ten į skilvelį, iš kurio teka į aortą ir po to į žiaunų kraujagysles, kur jis prisisotina deguonies, ir iš čia, prisisotinęs deguonies, išnešiojamas po visus organus. Varliagyvių... prieširdis jau dalinai perskirtas, dešinioji pusė likusi veninė, o kairioji tapusi arterinė: taigi į skilvelį patenka susimaišęs kraujas, bet į galvą teka daugiau arterinis kraujas, į vegetatyvinius organus — daugiau veninis. Roplių... jau visiškai perskirtas prieširdis, tačiau dar ne visiškai — skilvelis: čia kairioji širdies pusė beveik visa arterinė, dešinioji — veninė. Pagaliau paukščių ir žinduolių... abi širdies pertvaros pilnos, taip kad visa jų kairioji širdies pusė yra arterinė, visa dešinioji — veninė; šių gyvūnų kraujas jau visiškai nesimaišo, ir jų aktyvieji organai bei vegetatyvaus gyvenimo organai gauna deguonies prisotintą kraują, t. y. jų medžiagų apykaita ir gyvybinė veikla yra intensyviausia. Taigi matome, kad visa stuburinių gyvūnų širdies evoliucija yra kryptinga: jų šindis turi pristatyti visiems gyvūno kūno organams kiek galima daugiau deguonies prisotinto kraujo, ir tai būdinga paukščiams ir žinduoliams. Mes galime lengvai įsivaizduoti, kad kraujo prisisotinimo deguonies laipsnis, toliau tobulėjant kvėpavimo organams, t. y. tobuliau išsivysčius jų kapiliarinei sistemai, gali dar padidėti, bet mums sunku įsivaizduoti, ar gali toliau progresuoti pati širdis ir pagrindinės kraujagyslės, išeinančios iš jos...

Bendrais bruožais apibūdindami progresyviosios evoliucijos procesą, iki šiol kalbėjome apie atskirų organų pakitimus; dabar galima kelti klausimą, kokiu mastu išvardytuosius progresyviosios evoliucijos požymius turime teisę taikyti ištisiems organizmams. Tokio klausimo teisėtumą nulemia faktas, kad... labai dažnai... vykstant vienų organizmo dalių progresyviai evoliucijai, kitos šio organizmo dalys redukuojasi, o kai kuriais atvejais ir atrofuojasi. ...jeigu kai kurios organizmo dalys kinta progresuodamos, o kitos jo dalys nesikeičia (lieka statiškos), tai turime pilną teisę kalbėti apie bendrą progresyvųjį kitimą arba sandaros patobulėjimą... Jeigu kai kurios organizmo dalys pasikeitė progresyviai, o kitos— regresyviai, tai klausimas, kuria kryptimi vyko bendras sandaros pasikeitimas, gali būti išspręstas, tik lyginant vienus su kitais progresyviuosius ir regresyviuosius pakitimus. Jeigu... kai kurios organizmo dalys atrofavosi, bet buvo pakeistos kitomis, atliekančiomis tą pačią arba analogišką funkciją, tai paprastai turime funkcijų intensyvėjimą, ir tuomet organizmas kaip visuma kinta progresuodamas. Tokius atvejus turime, kai žemesniųjų stuburinių nugaros stygą pakeičia kremzliniai slanksteliai, kai kremzlinius slanksteliai

lius pakeičia kauliniai ir t. t. O jeigu bendras pakitimas vyko taip, kad vieni organai kito progresyviai, o kiti ...redukavosi, tai klausimą apie viso organizmo kitimo kryptį galima spręsti, tik atsižvelgiant ... į tuo metu didėjančią bendrą organizmo gyvybinę veiklą. Pavyzdžiui, lygindami gyvačių galūnių netekimą (regresyvus pakitimas) su kūno pailgėjimu ir žandikaulių aparato pakitimais (progresyvus pakitimas), mes tikriausiai turėsime pripažinti, kad jeigu jų sandara nesupaprastėjo, tai ir nepatobulėjo: šių gyvūnų bendra gyvybinės veiklos energija liko maždaug tokio pat lygio. Lygindami stručių progresyvų kojų išsivystymą su sparnų redukcija, t. y. tuos pakitimus, dėl kurių jie neteko gebėjimo skraidyti, bet sustiprėjo jų gebėjimas judėti (greitai bėgti) sausumoje, tikriausiai turėsime pripažinti, kad bendra sandara supaprastėjo. Žinoma, taip vertinant, samprotavimai lengvai įgytų subjektyvumo.

Ten pat, p. 67—71.

Bendras pakitimų pobūdis, vykstant aromorfozėms

Apibendrindami visa, kas pasakyta apie aromorfozes, ir lygindami vieną su kitu... morfofiziologinės evoliucijos požymius, matome, kad kiekvienos stambios žemesniųjų stuburinių sistematinės grupės... progresyvioji evoliucija pasižymi tam tikro labai bendrų fiziologiniu pobūdžiu požymių komplekso vystymusi. Pirmiausia susiduriame su daugeliu pakitimų, kurių reikšmė ta, kad jie padidina gyvūnų, kurių organizme atsiranda, bendrą gyvybinės veiklos energiją; tokie pakitimai yra perėjimas nuo pasyvios mitybos į aktyvią, virškinimo liaukų pakitimai, prisitaikymai tobuliau paimti maistą (dantys ir žandikaulių aparato pakitimai), kvėpavimo funkcijos pagerėjimas (visi žiaunų pakitimai) ir t. t. Po to eina progresyvūs aktyvių gyvybinės veiklos pasireiškimų pakitimai: tai pirmiausia gyvūnų judrumo padidėjimas (raumenų sustiprėjimas, jų diferenciacija, kremzlinių griaučių pasikeitimas kauliniais, uodegos peleko išsivystymas ir patobulėjimas, porinių pelekų išsivystymas ir t. t.); čia dar būdinga tai, kad mūsų išnagrinėti morfologiniai pakitimai yra tokie, kad dėl jų judesiai darosi ir intensyvesni, ir įvairesni. Čia taip pat priklauso vis įvairesnės ir sudėtingesnės gyvūnų reakcijos į aplinkos dirginimus; specialiai nepaminėjau galvos smegenų ir aukštesniųjų jutimo organų pakitimų, bet čia turiu pažymėti, kad daugelio išnagrinėtų progresyviai pakitusių formų matome, jog šie organai progresyviai kitę, dalinai didėjant nervinei medžiagai, dalinai darantis vis sudėtingesnei smegenų ir jutimo organų sandarai. Pagaliau pažymėsime progresyvius puolimo (dantų ir t. t.) ir apsaugos (žvynų, šarvų) organų pakitimus.

Nesileisdamas į smulkmenas, ypač pabrėžiu vieną visų išvardytųjų pakitimų ypatybę, būtent jų universalų pobūdį. Šie įvairiausių organų sandaros pakitimai (ir savaime suprantama, nuo jų priklausantys funkcijų pakitimai) nėra prisitaikymas prie kokių nors specialių gyvenimo sąlygų, t. y. prisitaikymas gyventi tam tikroje gilumoje arba dugne, arba maitintis tam tikru maistu ir t. t., bet šie pakitimai yra labai bendro pobūdžio. Be to, matome, kad tokio universalaus tipo pakitimai pasirodo esantys pastovūs ir toliau vykstant evoliucijai; pagrindiniais bruožais jie išlieka nepakitę ir vykstant tolesnei progresyviajai, kartais labai ilgai, evoliucijai. Vadinasi... visų žuvų išlieka pagrindinis pelekų sandaros tipas; progresyviųjų sausumos stuburinių — pagrindiniai penkiapirščių galūnių bruožai ir t. t. Atvirkščiai, specialaus pobūdžio, t. y. skirtų vienai ar kelioms funkcijų rūšims, prisitaikymų vystymasis tarsi sustabdo progresyviąją evoliuciją: gyvūnas gali ilgą laiką sėkmingai egzistuoti ir net kitėti, bet jo sandara nepatobulėja. Geri tokio evoliucijos sustojimo, priklausančio nuo specializacijos, pavyzdžiai yra nėgės, turinčios čiulpiantį burnos aparatą, dvikvapės žuvys, kurių dantys susiliejo ir virto savitomis plokštelėmis (prisitaikymas maitintis tam tikru maistu), ...ir daugelis kitų formų. Visos šios grupės, nekisdamos arba labai mažai tekisdamos, išgyveno neįtikėtinai ilgus laikotarpius (per kuriuos kiti giminingi jiems gyvūnai, gyvenę toje pačioje aplinkoje, turėjo labai didelių sandaros pakitimų) ir pergyveno daugelį aplinkos permainų, prie kurių jiems teko prisitaikyti, bet nedavė pradžios nė vienai progresyviai grupei: evoliucijos procesas juose tarytum sustoja, ir aš manau, kad tai galime priskirti kaip tik funkcijų specializacijos reiškiniui.

Padarome išvadą, kad prospektinė evoliucinių kitimų reikšmė labai skirtinga: vieni tarsi sustabdo evoliucinį procesą, kiti sudaro jam galimybę be kliūčių vykti toliau.

Ten pat, p. 79—81.

Idioadaptacijos

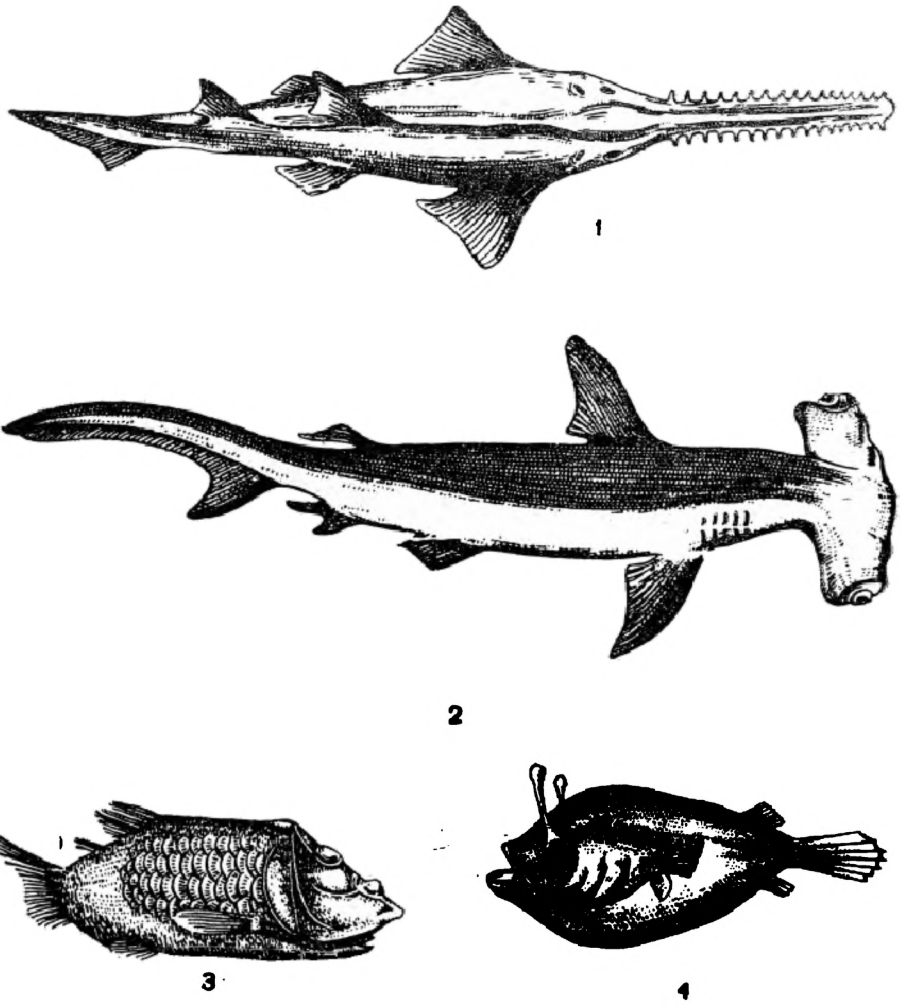
Taigi... aromorfozės nuo idioadaptacijų skiriasi tuo, kad, vykstant idioadaptacijoms, organizmo gyvybinės veiklos bendra energija nesustiprėja ir nepadidėja, bet evoliucionuojančios formos geriau prisitaiko prie tam tikrų aplinkos sąlygų, negu jų protėviai. Kitaip tariant, gyvūnai, stoję į šį biologiškai progresyvios evoliucijos kelią, anaiptol nepakyla į aukštesnę sandaros tobulėjimo pakopą; šiuo požiūriu jie esti ne aukščiau ir ne žemiau, kaip jų protėviai...

Idioadaptacijos yra pirmiausia visi nesuskaičiuojami gyvūnų spalvos pakitimai, atitinkantys tą aplinką, kurioje jie gyvena; tai, pavyzdžiui, visos slepiamosios ir apsauginės spalvos. Taip pat žinome, kad labai daug pelaginių gyvūnų turi skaidrų kūną, dėl to jie yra nematomi vandenyje; tą patį požymį turi daugelio žuvų laisvai plaukiojančios lervos; biologinė šių ypatybių reikšmė tokia akivaizdi, kad jos neverta aiškinti. Priminsime dar baltą kūno pilvo pusės spalvą, labai dažną žuvų, gyvenančių arti vandens paviršiaus; ši spalva dėl panašumo į vandens bangų putas naudinga ją turinčioms žuvims kaip apsaugos priemonė nuo plėšriųjų žuvų, priplaukiančių prie jų iš apačios.

Ten pat, p. 81—82.

Sandaros lygio išlikimas, vykstant idioadaptacijoms

Visi šios rūšies pakitimai yra idioadaptacijos, nes visiškai suprantama, kad skirtinga gyvūnų kūno spalva ir nevienodas dėmių išsidėstymas, taip pat kaip ir įvairūs jų kūno bendros formos pakitimai, nė kiek nepadidina jų gyvybinės veiklos bendros energijos, taip pat kaip ir nepakelia jų struktūros lygio, palyginti su jiems gimininginų formų struktūra. Lygiai taip pat ir daugybė pakitimų, vykstančių judėjimo organuose, kaip... žinduolių pėdaženges galūnės pakitimo į pirštažengę, plaukiojamąją, laipiojamąją, rausiamąją, skraidomąją ir griebiamąją pavyzdžiai..., yra ne kas kita, kaip gyvūnų prisitaikymai judėti tam tikroje aplinkoje, tam tikromis aplinkos sąlygomis, skirtingomis nuo tų, kuriomis gyveno ir judėjo artimi ir tolimesni jų protėviai. Nemanome, kad dėl šių galūnių pakitimų patobulėjo tų formų, kurioms jie atsirado, bendra struktūra, trumpai tariant, nemanome, kad tai buvo aromorfozės: visi jie yra paprastos idioadaptacijos, t. y. prisitaikymai kitam, tik anaiptol ne aukštesniam gyvenimo lygiui. Patys gyvūnai, žinoma, labai pakinta, bet jų gyvybinės veiklos energija nepadidėja ir bendra jų sandara netampa nei sudėtingesnė, nei tobulesnė... Tokių pavyzdžių galima būtų nurodyti beveik iki begalybės, nes idioadaptacijų esama visuose organuose, ir išoriniuose, ir vidiniuose, susijusiuose su aplinka plačiąja šio žodžio prasme, ir jų turi absoliučiai visos gyvūnų grupės: antžeminės ir požeminės, vandens, skraidančios ir t. t. Yra daugybė prisitaikymų prie neorganinės aplinkos sąlygų: šalčio ir šilumos, apšvietimo, sausros ir drėgmės bei kt. ir dar daugiau prie biologinės aplinkos sąlygų: augalų, tarp kurių gyvūnai gyvena, ypatybių, augalinio arba gyvulinio maisto, kuriuo jie minta, priešų, su kuriais jiems tenka kovoti arba kurių tenka vengti, grobio, kurį tenka persekioti, ir t. t., — kitaip tariant, visa gyvūnų struktūra bet



Adaptyviosios radiacijos pavyzdžiai:

1 — žuvis pjūklas; *2* — žuvis kūjis; *3* — giliavandenė žuvis su labai didelėmis teleskopinėmis akimis; *4* — giliavandenė žuvis su redukuotomis po oda paslėptomis akimis

kuriuo tam tikru evoliucijos laikotarpiu yra adaptyvinė...

...Tarp dviejų grupių progresyvių struktūros pakitimų atsiradimo, t. y. tarp dviejų aromorfozių, gali būti gana didelis laikotarpas, nes progresyvios evoliucijos procesas dažniausiai vyksta tarytum pakopomis ir struktūros patobulėjimo laikotarpiai kaitaliojasi su laikotarpiais, kai morfofiziologinė progresyvioji evoliucija nevyksta.

Čia labai svarbu pažymėti, kad laikotarpiai, kurių metu nevyksta progresyvi morfofiziologinė evoliucija, visiškai ne-

Dingo ir ruonis (nerpa). Sausumos plėšriųjų ir irklakojų atstovai kaip tolesnio giminingų formų atsiskyrimo pavyzdžiai

reiškia, jog tam tikros gyvūnų grupės evoliucijos procesas nutrūksta apskritai. Pasekę šio proceso eigą, matome, kad tarp aromorfozių laikotarpių gyvūnų struktūra gali labai pasikeisti ir kad kai kurių formų pakitimai esti labai dideli kiekybiniu atžvilgiu, bet kokybiškai visi šie pakitimai yra idioadaptacijų pobūdžio. Aromorfozės laikotarpiai yra tarytum mazginiai evoliucijos eigos taškai, po kurių prasideda sustiprintos adaptyvinės radiacijos procesas, ir tam tikra progresyvi sistematinė grupė suskyla į daugybę adaptyvinio pobūdžio dukterinių grupių...

...Taigi paprastai po aromorfozių laikotarpio eina divergentinės idioadaptacijos laikotarpis.

Ten pat, p. 84—87.

Adaptyvinės radiacijos pavyzdžiai

Ypač ryškus žinduolių adaptyvinės radiacijos pavyzdys gali būti nepaprasta sterblinių įvairovė Australijoje, kur nebuvo placentinių žinduolių. Čia atsirado sterblinių žolėdžių formų (kai kurios kengūros), rausiančių formų (sterbliniai kurmiai), formų, primenančių paprastąsias ir skraiduoles voveres (kuskusai, voverės skraiduolės) ir triušius (kai kurios volabės), plėšrūnų, primenančių vilkus (sterblinis vilkas) ir barsukus (sterblinis velnias), vabzdžiaėdžių (sterblinė skruzdėda), taip pat medžiuose gyvenančių formų, neturinčių aiškių analogų placentinių žinduolių tarpe (koala, medžiuose gyvenančios kengūros)...

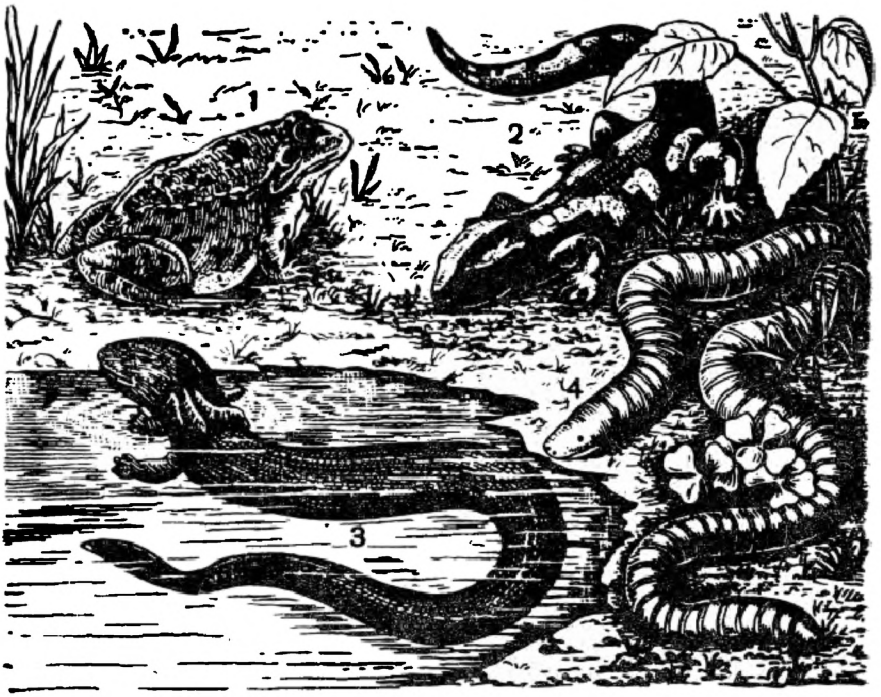
Adaptyvinės radiacijos pavyzdžių pasitaiko ir augalų tarpe. Daugelis stambių šeimų diferencijavosi į medžių, krūmų, lianų ir įvairių tipų žolių, iš jų ir vandens augalų, formas. Be to, kai kuriose šeimose nepriklausomai atsirado saprofitinių ir vabzdžiaėdžių formų.

П. Эрлих, Р. Холм. Процесс эволюции. М., «Мир», 1966, p. 286.

Cenogenezėmis vadiname tokius embrionų arba lervų požymius, kurie vystosi organizme ontogenezės laikotarpiu, o paskui išnyksta, bet kurie betarpiškai naudingi besivystančiam organizmui...

Iš esmės kalbant, kiekvienam daugialąsčiam organizmui embrioninio vystymosi laikotarpiu būtinai atsiranda vienokių ar kitokių prisitaikymų prie įvairių specifinių jo gemalo arba lervos gyvenimo sąlygų. Taigi neabejotinos cenogenezės yra, pavyzdžiui, įvairių rūšių kiaušinių apvalkalai, apsaugantys gemalą nuo įvairių mechaninių sužalojimų...; cenogenezė yra kiaušinio trynys..., visiškai gatavas maistas gemalams ir lervoms jų embrioninio vystymosi laikotarpiu ir taip atpalaiduojantis juos nuo pavojingo ir dažnai bevaisio tinkamo maisto ieškojimo; cenogenezė yra... žinduolių placenta... gyvūnų embrionų kvėpavimo organas; toks pat lervų kvėpavimo organas ir, vadinasi, tokia pat cenogenezė yra ir ilgos išorinės embrioninės žiauninės išaugos, kurias turi... varliagyvių lervos...

Visi šie dažnai nepaprastai sudėtingi cenogenetiniai organai vystosi gyvūno embriono arba lervos gyvenimo laikotarpiu ir



Ekologinė varliagyvių divergencija:
1 — žalioji varlė; *2* — ugninė salamandra; *3* — sirena; *4* — žieduotoji kirmėlė

pradeda atrofuotis gemalams arba lervoms, arba jauniems gyvūnams, taigi suaugusios formos jų jau neturi nė menkiausio pėdsako. Tačiau šių grynai embrioninių užaugusioms formoms išnykstančių prisitaikymų biologinė reikšmė labai didelė; cenogenezės leidžia gemalams, o vėliau jaunoms lervoms, labai nenukentėjus, išgyventi patį pavojingiausią jų individualaus gyvenimo laikotarpį, būtent laikotarpį, kai jauni gyvūnai esti dar labai maži ir bejėgiai.

А. Н. Северцов. Главные направления эволюционного процесса, изд. 3. Изд-во МГУ 1967. p. 89—90.

Bendroji degeneracija

Dabar panagrinėkime paskutinę biologinio progreso kryptį, kurią vadiname bendrojo morfofiziologinio regreso kryptimi, arba bendrąja degeneracija.

Filogenetinių ir ekologinių tyrimų rezultatai leidžia daryti išvadą, kad bendrosios regresyvios evoliucijos krypties galutinė išdava yra biologiškai progresyvus gyvūnų vystymasis. Mes žinome, kad ištisose degeneravusių formų, pavyzdžiui visų tunikatų, kaspinuočių, siauražnyplių vėžių ir daugelio kitų, grupėse filogenezės laikotarpiu pagausėjo individų, išsiplėtė jų gyvenamasis arealas ir jie suskilo į pavaldžias sistematines kategorijas (dukterines rūšis).

Dažnai pastebime, kad, vykstant kurios nors gyvūnų formos bendrajai regresyviai evoliucijai, viena jų organų sistema vystosi progresyviai, o kita yra visiškos redukcijos būklėje. Tokiu atveju paprastai atrofuojasi organai, atliekantys aktyvias funkcijas, o progresyviai vystosi pasyvieji, bet svarbūs gyvūno organizmui, taigi apskritai galime pasakyti, kad bendroji degeneracija yra visiška morfofiziologinio progreso, arba aromorfozės, priešingybė. Iš tikrųjų daugelio degeneravusių formų visiškai redukuojasi judėjimo organai, t. y. visa raumenų sistema, taip pat galūnių griaučiai, redukuojasi centrinė nervų sistema su visais nervais bei jutimo organais ir aktyvaus maitinimosi organai ir, atvirkščiai, progresyviai vystosi lytinė sistema.

Tikriausiai gyvūnų bendrosios degradacijos priežastis, matyt, yra, pirma, gyvūnų perėjimas nuo laisvai judraus gyvenimo būdo į sėslų arba nejudrų ir, antra, jų perėjimas nuo laisvai judraus gyvenimo būdo į parazitinį. Sėsliųjų ir parazitinių formų ekologijos tyrimai mums parodė, kad ir vienos, ir kitos gyvūnų grupės vystosi biologinio progreso kryptimi: šių abiejų grupių atskiriems varietetams būdingas didelis individų skaičius, o aukštesnėms sistematinėms grupėms — daug genčių, rūšių ir varietetų, turinčių platų paplitimo arealą...

...Tačiau visus šiuos regresyvius pakitimus visiškai kompensuoja daugelis naujų progresyvių pakitimų (kartais labai sudėtin-

gų), atsiradusių gyvūno lytinėje sistemoje, taip pat daugelis gemalo ir lervos embrioninių pakitimų (cenogenezių). Galima net pasakyti, kad degeneravusių formų evoliucijai būdingiausia yra k a i p t i k p r o g r e s y v u s j ų l y t i n ė s s i s t e m o s i r į v a i r a u s p o b ū d ž i o c e n o g e n e z i ų v y s t y m a s i s, o kartu ir pasyvios apsaugos organų (sėsliųjų formų) vystymasis; sėsliųjų ir parazitinių formų daugelio organų, net ištisų organų sistemų, atrofija, nors ji pirmiausia ir krinta stebėtojui į akis, tėra tik antrinis reiškinys.

T e n p a t, p. 91—93.

Varliagyvių evoliucijos aromorfozės ir idioadaptacijos

Seniausi sausumos stuburiniai yra varliagyvių klasei priklausantys stegocefalai, kurių pėdsakų rasta viršutiniame devone, o gerai išsilaikiusių griaučių — žemutiniuose akmens anglies nuogulų sluoksniuose... Gemalai vystėsi vandenyje, kuriame iki metamorfozės gyveno žiaunomis kvėpavusios stegocefalų lervos. Sprendžiant pagal galūnių griaučių sandarą, stegocefalai buvę sunkūs gyvūnai, gerai plaukioję vandenyje, bet labai nevikriai vaikščioję sausumoje; tikriausiai jie šliaužioję pilvu, pastumdami kūną palyginti silpnomis ir trumpomis letenomis.

Filogenetiniu požiūriu stegocefalai yra labai įdomi varliagyvių grupė, nes jie, viena, neabejotinai yra dabartinių varliagyvių protėviai, antra,— daugeliu požymių susiję su žemesniaisiais ropliais. ...pereisiu prie tiesiogiai mus dominančio klausimo, kokios aromorfozės įvyko, vandens stuburiniams pereinant iš vienos aplinkos į kitą. Lygindami varliagyvių ir mums žinomų riešapelekių žuvų sandarą..., turime pripažinti, kad, nepaprastai pasikeitus gyvenimo būdui, persikeliant iš vandens gyventi į sausumą, būta ir idioadaptacijų, ir aromorfozių, be to, idioadaptacinių pakitimų reikšmė buvo neabejotinai labai didelė.

Sausumos stuburinių protėvių pelekuose įvyko labai žymių progresyvaus pobūdžio pakitimų, pavertusių peleką penkiapiršte galūne, pritaikyta palaikyti kūną ir judėti sausumoje. Laisvos penkiapirštės galūnės diferencijavosi trys pagrindinės dalys: priešakinės galūnės žastas, dilbis ir letena, užpakalinės — šlaunis, blauzda ir letena... ir dėl to laisvos galūnės judesiai juostos atžvilgiu tapo daug įvairesni ir laisvesni, negu žuvies peleko; lygiagrečiai diferencijavosi galūnių juostos ir raumenys, kurie susiskirstė į daugybę atskirų raumenų. Šis galūnių bendro judrumo sustiprėjimas, be abejo, padidino viso organizmo gyvybinę veiklą, ir jo negalima laikyti kuo kitu, kaip a r o m o r f o z e.

Žinome, kad sausumos stuburinių protėviams persikeliant gyventi į sausumą, įvyko gana didelių jų kvėpavimo ir kraujotakos organų pakitimų, kai kurie jų buvo progresyvaus pobūdžio: žiaunos

ir žiaunų plyšiai atrofavosi, ventralinė oro pūslė virto plaučiais, dviejų skyrių širdis pasidarė trijų skyrių (aromorfozė)... ir labai pakito žiaunų kraujagyslės. Tačiau, nagrinėjant šiuos pakitimus, be detalios analizės gana sunku nustatyi, kurie jų progresyvūs, t. y. padidinantys bendrą gyvybinės veiklos energiją, ir kurie adaptacijos, persikeliant gyventi iš vienos aplinkos į kitą, labai skirtingą. Visais atvejais galime galvoti, kad, vykstant ką tik minėtų organų evoliucijai, idioadaptacija turėjo nemažą reikšmę. Progresyvių pakitimų randame sudėtinguose jutimo organuose: akyje, kuri, nepraradusi žuvims būdingos savybės matyti iš arti, prisitaikė matyti iš toli, ausyje (klausos kauliukų išsivystymas ir progresyvūs vidinės ausies pakitimai) ir uoslės organe... Nuo stegocefalų atsišakojo dvi linijos, einančios į nūnai išnykusius ir į dabartinius sausumos stuburinius, būtent dabartinių varliagyvių ir dabartinių roplių protėviai... Labiausiai pasikeitusią, palyginti su stegocefalais, grupę sudaro uodeguotieji varliagyviai, kurie ir bendros išvaizdos, ir vidinės sandaros požiūriu išlaikė daugelį savo paleozoinių protėvių reliatyviai nepakitusių bruožų. Šią grupę neabejotinai galime laikyti adaptyvine.

Ten pat, p. 103—105.

Pirminių roplių atsiradimas

Nagrinėdami beuodegius varliagyvius, randame daugelį progresyviosios evoliucijos požymių (daugelį aromorfozių), nors, antra vertus, ir turime pripažinti, jog ši progresyvioji evoliucija toli nenuėjo ir beuodegiai varliagyviai neaukštai tepakilo virš bendro sudėtingesnės sandaros uodeguotųjų lygio. Kaip tokios progresyvios evoliucijos požymius galime nurodyti galūnių griaučių ir raumenų sandaros pakitimus, kurių dėka varlės ir rupūžės pasidarė daug judresni gyvūnai, negu uodeguotieji varliagyviai, progresyvius smegenų ir sudėtingų jutimo organų bei kitus pakitimus. Taip pat priminsime, kad jau pastebima daugelio sudėtingesnės sandaros beuodegių varliagyvių tendencija nutraukti ryšius su vandens aplinka ir pradėti veistis sausumoje; gyvūnai arba nešioja kiaušinius ir jauniklius ant nugaros, ...arba... ryklės maišuose, kuriuose vyksta visas gemalo vystymasis, arba priklijuoja kiaušinius, apgaubtus putotų gleivių mase, prie augalų lapų...

Antroji palikuonių šaka, atsišakojusi nuo bendro stegocefalų kamieno, buvo, kaip jau anksčiau nurodėme, pirminiai ropliai. Aromorfozės, dėl kurių patobulėjo roplių struktūra ir pakilo bendra gyvybinė veikla, mums daug labiau suprantamos už aromorfozes, vykstant varliagyvių evoliucijai...

Sausumą jau buvo apgyvenę tikrąja šio žodžio prasme ropliai, ir pagrindiniai jų evoliucijos veiksniai buvo tokie dauginimosi būdo pakitimai, kurie leido jiems pasitraukti toli nuo vandens

telkinių ir atpalaidavo nuo būtinybės periodiškai grįžti į vandenį, t. y. veisimosi metu tapti vandens gyvūnais ir lervos vystymosi laikotarpiu išbūti vandenyje. Čia, stegocefalams virstant pirminiais ropliais, turime filogenetinio vystymosi liniją, einančią cenogenezės keliu. Sandaros pakitimai, kurių dėka stuburiniai galėjo paplisti sausumoje, buvo, pirma, vidinio apsivaisinimo išsivystymas, antra, kiaušinio didelio trynio išsivystymas (cenogenezė), įgalinantis visą embrioninį procesą vykti kiaušinio apvalkalų viduje be metamorfozės, trečia, susidarė tankūs kiaušinių apvalkalai, apsaugoję kiaušinius nuo išdžiūvimo ir sužalojimų (cenogenezė), ir pagaliau išsivystė atskiri embrioniniai organai, iš kurių svarbiausi yra amnionas ir alantojis: pirmasis apsaugo besivystantį gemalą nuo smūgių ir sužalojimų kiaušinio viduje, o antrasis yra embrioninis kvėpavimo organas (cenogenezė)...

Taigi matote, kad embrioninio vystymosi būdo pasikeitimas buvo pagrindinė sąlyga stuburiniams paplisti sausumoje, palikti vandens telkinių krantus, kur gyveno jų protėviai varliagyviai, ir nusikelti gilyn į sausumą.

Mes randame daugelį labai svarbių suaugusių gyvūnų sandaros pakitimų, iš jų kai kurie yra neabejotinai progresyvaus pobūdžio. Pirminių roplių oda ėmė ragėti, ir ant jos išsivystė raginiai žvynai — labai svarbus prisitaikymas gyventi sausumoje, neleidžiantis odai išdžiūti ir apsaugantis kūną nuo sužalojimų.

Ten pat, p. 106—108.

Roplių evoliucija

Gana svarbią reikšmę roplių evoliucijai turėjo progresyvūs galvos smegenų pakitimai: labai išsivystė smegenėlės, matyt, dėl judėjimo organų progresyvių pakitimų (liemens ir galūnių raumenų), taip pat progresyvūs sudėtingų jutimo organų — ausų (vidurinės ausies ir vidinės ausies sraigės diferenciacija), akių ir uoslės organų — pakitimai. Pagaliau dar paminėsime svarbiausius progresyvaus pobūdžio kraujotakos ir kvėpavimo organų pakitimus; progresyviai pakito roplių širdis, kurios skilvelis perskirtas pertvarėle..., taip pat plaučiai, kurių kvėpuojamasis paviršius labai padidėjo. Šiuos pastaruosius du pakitimus, įvykusius stegocefalų struktūroje, jiems virstant pirminiais ropliais, mes, be abejo, laikome tipingomis aromorfozėmis...

Reziumuodami tai, kas pasakyta, matome, kad aromorfozės, t. y. grynai progresyvūs pakitimai, padidinę roplių gyvybinės veiklos bendrą energiją ir aktyvumą, gali būti širdies ir kraujagyslių pakitimai, plaučių kvėpuojamojo paviršiaus padidėjimas

(oksidacijos procesų paintensyvėjimas organizmo audiniuose) ir judėjimo organų pakitimai (judraus kaklo išsivystymas, progresyvūs raumenų pakitimai, galūnių griaučių ir raumenų pakitimai ir t. t.). Dėl visų šių pakitimų gyvūnai pasidarė, pirma, daug judresni, antra (ir tai ypač svarbu), jų kūno dalių judesiai viena kitos atžvilgiu tapo gerokai įvairesni. Pagaliau prie progresyvių pakitimų, padidinusių organizmo funkcijų sudėtingumą, t. y. aromorfozių, turime priskirti nervų sistemos ir jutimo organų pakitimus.

Šie progresyvūs roplių struktūros pakitimai nulėmė jų visišką pergalę kovoje dėl būvio ir leido užimti visas laisvas vietas sausumoje, t. y. tą adaptyviąją radiaciją, apie kurią kalbėjome anksčiau.

Ten pat, p. 109–110.

Aromorfozių, idioadaptacijų, degeneracijų ryšys evoliucijos eigoje

Nagrinėdami gyvūniją struktūros tobulumo požiūriu, matome, kad kiekviena stambi gyvūnų grupė tam tikru pradinio vystymosi laikotarpiu ėjo morfofiziologinės progresyviosios evoliucijos keliu (aromorfozės laikotarpis), kai jos sandara darėsi vis sudėtingesnė ir gyvybinė veikla intensyvėjo, o paskui ji perėjo į idioadaptacijos arba kai kuriais atvejais į bendrojo regreso (degeneracijos) kelią...

Nagrinėdami... gausius įvairių evoliucijos tipų arba krypčių pavyzdžius, beje, randame ir tokių, kai tam tikros grupės idioadaptacinę evoliuciją neretai pakeičia progresyvioji, t. y., kitaip tariant, adaptacija pati savaime anaiptol nekliudo atsirasti aromorfozėms; antra vertus, mes taip pat matėme, kad ir aromorfozės laikotarpiai keičiasi idioadaptacijų laikotarpiais. Apskritai, matyt, abu šie evoliucijos tipai laisvai pereina vienas į kitą. Kartu idioadaptyvinis evoliucijos eigos tipas gali pereiti, pirma, į regresyvios evoliucijos tipą, antra, o tai būna dar dažniau, į specializacijos tipą: randame daug ir tokio perėjimo pavyzdžių. Atvirkščiai, nesu radęs tokių pavyzdžių, kad specializuotų gyvūnų grupė arba grupė gyvūnų, stojusių į bendrojo regreso arba bendrosios degeneracijos kelią, nueitų progresyvios evoliucijos keliu. Galbūt tokių atvejų ir pasitaiko, bet tokie perėjimai labai reti ir kažkuo yra išimtis. Kiek galime spręsti, specializacija, o juo labiau degeneracija yra kliūtis gyvūnų progresyviems pakitimams atsirasti ir jiems pereiti į aromorfozės kelią.

Ten pat, p. 116, 121.

Progresyvus evoliucijos pobūdis

Organinio pasaulio evoliucija apskritai yra progresyvaus pobūdžio: jos dėka sandara nenukrypstamai darosi vis sudėtingesnė ir atsiranda vis tobulesnės gyvybės formos. Tai rodo visos mūsų žinios, ir tai visiškai įtikinamai įrodo paleontologija. Organizmams progresyviai diferencijuojantis, be abejo, darosi sudėtingesnės ir visos jų gyvenimo sąlygos. Kartu su organizmų evoliucija keičiasi ir jų gyvenamoji aplinka.

Vykstant tam tikro organizmo evoliucijai, įgyjamas koks nors naujas prisitaikymas, išorinė aplinka kinta pati, ir kinta taip, kad organizmas turi toliau keistis t a p a č i a p r o g r e s y v a u s t o b u l ė j i m o a r b a s p e c i a l i z a c i j o s k r y p t i m i...

Tačiau specializacija evoliucijos procesą apriboja gana siauromis ribomis. Mums įdomiau pažymėti, kad ir bendro pobūdžio kitimai, pakeliantys sandarą į aukštesnę pakopą, vyksta tokiu pat dėsningumu. Ir čia šis kitimas progresyviai vystosi tam tikrą tolesnio tobulėjimo kryptimi (kaip tai buvo parodyta, paėmus pavyzdžiu regėjimo organo evoliuciją).

Tačiau dar svarbesnė ta aplinkybė, kad organinio pasaulio evoliucijos eigoje a p s k r i t a i vyksta būtent ne specializacija (konkreti specializacija visada yra tik laikinas šio proceso epizodas), o bendras tobulėjimas — sandara darosi sudėtingesnė, vystosi tobulesnės gyvybės formos.

Vykstant istorinėms organizmų permainoms, dauguma prisitaikymų egzistuoja tik trumpą laiką: jie atsiranda ir išnyksta priklausomai nuo trumpalaikės vienų ar kitų aplinkos veiksnių reikšmės. Kinta maistas ir mitybos būdas, išnyksta vieni priešai ir atsiranda kiti, keičiasi apsaugos priemonės, atsiranda nauji konkurentai ir kinta gyvenimo būdas. Tačiau kai kurie prisitaikymai yra bendresnio pobūdžio: jie išlaiko savo reikšmę dideliuose plotuose ir įvairiomis ekologinėmis sąlygomis. Tokios platesnės adaptacijos išlieka ilgiau. Kai kurie prisitaikymai turi beveik universalią reikšmę. Tada jie tvirtai įeina į tam tikros grupės ir visų jos palikuonių sandaros požymių sudėtį, t. y. tampa tam tikros filogenetinės šakos charakteristika. Pavyzdžiui, žiaunos, kaip prisitaikymas kvėpuoti vandenyje, tobulesnis, negu paprastas kvėpavimas pro odą, įgyja ilgalaikę reikšmę, nes jos pasirodo naudingos vandens gyvūnams, gyvenantiems įvairiausiomis sąlygomis...

Todėl evoliucijos eigoje nuolat kaupiasi plačios reikšmės prisitaikomieji požymiai. Dėl to gyvūno sandara ne tik progresuoja, darydamasi sudėtingesnė, bet ir laipsniškai formuojasi bendri sandaros pagrindai, ir ji tampa visos kylančios filogenetinės šakos charakteristika. Susidaro tai, ką vadiname sandaros „tipu".

И. И. Ш м а л ь г а у з е н. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946, p. 515—517.

Stuburinių galvos smegenų evoliucija

Stuburinių išsivystė sudėtingi galvos smegenų skyriai, ir tai galima laikyti visiškai universalaus pobūdžio prisitaikymu, kurio progresyvus vystymasis turi didžiulę reikšmę bet kuriomis gyvenimo sąlygomis. Todėl smegenų evoliucija vyksta nenukrypstamai tik viena bendro progreso kryptimi (tai nepašalina divergencijos, vykstant specialiai smegenų diferenciacijai, ir sustingimo, o išimtinais atvejais net regreso galimybės).

Vadinasi, evoliucija apskritai vyksta vis dėlto tam tikromis progresyviosios diferenciacijos kryptimis, ir dėl to visa struktūra darosi sudėtingesnė ir tobulesnė. Šito priežastis yra ne koks nors vidinis evoliucijos proceso kryptingumas, o, vykstant evoliucijai, pasidariusios sudėtingesnės gyvenimo sąlygos. Kartu su nuolatine daugumos konkrečių organizmų specializacija, turinčia tik trumpalaikę reikšmę, gyvūnų evoliucijos eigoje nuolat ir nenukrypstamai didėja tam tikras struktūros universalumas. Čia didelę reikšmę turi nervų sistemos diferenciacija ir koncentracija.

Vykstant stuburinių evoliucijai, progresyvūs centrinės nervų sistemos vystymasis ima aiškiai dominuoti, ir sudėtingas jų formas nulemia galvos smegenų pusrutulių išsivystymo lygis.

Ten pat, p. 519—520.

A. Severcovo teorijos apie pagrindines evoliucijos proceso kryptis reikšmė

A. Severcovo mokymas apie progresą ir regresą gyvojoje gamtoje vysto Darvino kryptį. Darvino moksle ši problema liko neišspręsta...

A. Severcovas pirmasis išaiškina šį klausimą...

Savo veikale „Pagrindinės evoliucijos proceso kryptys“ (1925, 1934) A. Severcovas išskyrė keturias kryptis, kurių dėka pasiekiamas biologinis progresas: aromorfozės, idioadaptacijos, cenogenezės ir divergencijos. I. Šmalhauzenas, vystydamas A. Severcovo mokslą, nustatė šešias (alomorfozės, telemorfozės, hipermorfozės, katamorfozės, aromorfozės, epimorfozės) ar net septynias adaptaciomorfozės formas.

Kaip parodė tolesni evoliucinio vystymosi dėsningumų tyrimai, pagrindines evoliucinio vystymosi kryptis nulemia ne keturios pagrindinės A. Severcovo evoliucijos proceso kryptys ir ne šeši ar septyni I. Šmalhauzeno adaptaciomorfozės tipai. Visa tai — tik dviejų pagrindinių evoliucijos proceso krypčių modifikacijos: 1 — šuoliškų pakitimų (žymimų „aromorfozės“, „anagenezės“ terminais), pakeliančių sandaros lygį ir gyvybinės veiklos aktyvumą į naują, aukštesnę pakopą; 2 — dalinių, adaptyvinių pa-

kitimų (žymimų „idioadaptacijos“, „alomorfozės“, „kladogenezės“ terminais), dėl kurių suskylama į daugelį artimai giminingų grupių, išliekant tam pačiam sandaros lygiui. Taip pagrindines evoliucinio vystymosi kryptis supranta daugelis autorių. Pastarajame dešimtmetyje užsienio literatūroje šios dvi pagrindinės evoliucijos proceso kryptys vadinamos „anagenezėmis“ ir „kladogenezėmis“.

Labai svarbus organinio pasaulio istorinio vystymosi momentas yra nuolatinė šių procesų kaita, nes ji turi didžiulę metodologinę reikšmę. Tokia kaita patvirtina, kad evoliucinis vystymasis yra laipsniškas procesas, jungiantis sparčius, šuoliškus, kokybinius gyvūnų sandaros pakitimus su dalinėmis adaptacijomis, einančiomis plačiu spinduliu įvairiomis kryptimis.

Būtent ši kaita leido Severcovui biologiškai išaiškinti senųjų žemesniųjų gyvūnų grupių egzistavimą kartu su dabartinėmis aukštesniųjų gyvūnų grupėmis. Filogenetinis žemesniųjų formų vystymasis vyko idioadaptacijų keliu... Filogenetinis aukštesniųjų formų vystymasis vyko aromorfozės keliu...

Ir kokiu lygiu būtų nagrinėjamas biologinis reiškinys — molekulių, ląstelių, organų ar populiacijų, biologas neturi pamiršti, kad organizmas, anot Šmalhauzeno, yra vienintelis realus gyvybės nešėjas, o individą reikia nagrinėti ne patį vieną, bet kaip rūšies populiacijos atstovą, nes būtent populiacija, pasak Severcovo, yra elementarus evoliucinio vystymosi proceso vienetas.

Eksperimentatoriai, tyrinėdami pakitimus bandymų sąlygomis, dažnai apie tai pamiršta ir daro teorinius apibendrinimus apie gyvybinius procesus, vykstančius atskirose ląstelėse ir organuose, atsiedami jų nagrinėjimą nuo organizmo, kaip vientisos sistemos, ir nuo gyvūno egzistavimo sąlygų gamtoje.

Norint įgyvendinti A. Severcovo idėją — teoriją apie įvairius biologinio progreso kelius taikyti rūšims, gentims, šeimoms ir kitoms smulkioms sistematinėms grupėms, galima parinkti daug įvairių pavyzdžių iš gyvūnijos. Štai keletas jų.

Pirmasis šeimų ir genčių biologinio progreso kelių skirtumo pavyzdys, jam apibūdinti imant jas sudarančių rūšių skaičių, gali būti kiškinių žinduolių būrys, kurį dabartiniai teriologai (žinduolių specialistai) laiko mažu atskiru būriu. Švilplių šeimos sandara primityvi. Ši sena šeima (iš oligoceno) išliko dėl savitų gyvenimo sąlygų kalnuose, kur ji suskilo į 12 rūšių pagal geografinį kintamumą...

Triušių ir švilplių biologinį progresą apibūdina tipiška idioadaptacija įvairiomis gyvenimo sąlygomis, esant bendram žemam gyvybinės veiklos lygiui. Visiškai kitaip atrodo tikrųjų kiškių gentis, sudaranti atskirą pošeimį. Kiškiams, palyginti su kitais kiškiniais, būdingas aiškus struktūros ir gyvybinės veiklos morfofiziologinis progresas...

Vertinant A. Severcovo pažiūras apie progreso ir regreso problemą dabartinėje biologijoje, galima padaryti tokią išvadą.

A. Severcovo pažiūros, išdėstytos jo teoriniuose veikaluose evoliucijos mokslo klausimais, apie gyvūnų sandaros progresyvius ir regresyvius pakitimus ir jų vaidmenį organinio pasaulio evoliucinio vystymosi eigoje, savo reikšme dabartinei biologijai atitinka pačias pažangiausias, naujausias pažiūras mokslo atstovų, siekiančių atskleisti organinio pasaulio vystymosi varomąsias jėgas.

Проф. Б. С. Матвеев. Прогресс и регресс в эволюции. «Природа», 1967, № 5, p. 71—74, 78.

Anatominiai-fiziologiniai evoliucijos įrodymai

Organizmų panašumas pagal cheminę sudėtį

Viso pasaulio gyvosios būtybės daugiausia sudarytos iš tos pačios cheminės substancijos, priklausančios baltyminių kūnų grupei. Nepaprastai sudėtinga ir įvairi, bet kartu ir individualiai pastovi baltymų molekulė, turinti ilgą aminorūgščių radikalų grandinę, gyvame organizme gali didėti mase ir duoti pradžią naujoms identiškoms molekulėms, įsisavindama paprastesnes aplinkos medžiagas. Energija, reikalinga šiems sintezės procesams, dalinai imama iš cheminių skilimo reakcijų arba iš aplinkos medžiagų, arba iš paties organizmo medžiagų oksidacijos ir galiausiai gaunama, įsisavinant saulės energiją (augalai). Iš organizmų baltyminių medžiagų ypač reikšmingi yra sudėtingiausi nukleoproteidai, įeinantys į ląstelės branduolio sudėtį... Ląstelinė sandara bendra ir augalams, ir gyvūnams. Šis panašumas ne paviršutinis. Ir augalų, ir gyvūnų branduolio chromatinas koncentruojasi kiekvienai rūšiai būdingame vienetų skaičiuje — chromosomose. Ir augalų, ir gyvūnų ląstelės auga iki tam tikros ribos, o po to dalijasi... Ir vienų, ir kitų ląstelių dalijimosi mechanizmas yra labai panašus. Labiausiai panašus savo esme augalų ir gyvūnų lytinis procesas. Žemesniųjų augalų, dumblių, taip pat samanų ir paparčių lytinių produktų diferencijavimasis ir apsivaisinimas labiausiai primena atitinkamus procesus gyvūnų organizme...

Dar aiškiau, žinoma, išryškėja kiekvienos iš šių dviejų stambių gyvosios gamtos viešpatijų — augalų ir gyvūnų — sandaros ir funkcijų vienybė. Šiose viešpatijose didžiausias panašumas sieja vienos augalų klasės arba vieno gyvūnų tipo atstovus...

Kad artimų organizmų panašumas pasireiškia ne tik jų sandara ir funkcijomis, bet turi daug gilesnę tikros giminystės reikšmę, ypač gerai matyti iš kai kurių kraujo reakcijų. Jau seniai buvo nustatyta, kad perpilti vieno gyvūno kraują kitam yra kenks-

minga; neretai, įleidus daugiau svetimo kraujo, gyvūnas nugaišdavo. Įleidus į kraują nedaug kraujo arba svetimų baltymų, gyvūno kraujyje gaminasi įvairios apsauginės medžiagos.

И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946. p. 47—49.

Tarpinės formos

Organinio pasaulio vienybę pabrėžia ir tai, kad esama organizmų, užimančių tarpinę padėtį tarp stambių jų sistematinių padalinių. Protistų pasaulyje susipažįstame su gausybe organizmų formų, užimančių tarpinę padėtį tarp augalų ir gyvūnų. Kai kurie žiuželinių atstovai vienodai pagrįstai gali būti laikomi ir dumbliais, ir paprasčiausiais gyvūnais. Dažnai jie turi chloroplastų ir gali asimiliuoti anglį, panašiai kaip augalai, ir kartu turi judėjimo organus — žiuželius, jutimo organus — akių dėmeles ir netgi burnos angą ir gali, panašiai kaip gyvūnai, praryti tirštas organines maisto medžiagas...

...Dar aiškiau matyti ryšys tarp augalijos ir gyvūnijos klasių, tarp būrių, o juo labiau tarp šeimų ir dar smulkesnių sistematinių padalinių. Apsiribosime tik nedaugeliu pavyzdžių, priklausančių chordinių gyvūnų tipui. Tarp žuvų ir varliagyvių klasių šiuolaikinėje faunoje tikrų perėjimų nėra, tačiau vis dėlto esama daugmaž tarpinio pobūdžio organizmų. Tokios yra dvikvapės žuvys..., turinčios plaučius ir naudojančios porines galūnes kaip atramos organus, šliaužiodamos vandens telkinių dugnu ir judėdamos tarp dumblių. Dvikvapių žuvų kraujotakos sistema labai panaši į varliagyvių kraujotakos sistemą (yra plautinė kraujo apytaka ir dalinė žiauninės kraujo apytakos redukcija, pilvo vena ir kardinalinių venų redukcija). Tas pat, tik kiek mažesniu mastu, tinka ir riešapelekėms žuvims (yra plaučiai ir jų kraujo apytaka, porinių galūnių funkcija ir sandara). Pagaliau dvikvapių žuvų, taip pat ir riešapelekių žuvų lervos turi išorines žiaunas, primenančias varliagyvių lervų išorines žiaunas. Yra žinoma iškastinės faunos formų, leidžiančių nustatyti dar glaudesnį ryšį tarp žuvų ir varliagyvių.

Ten pat, p. 50, 54—55.

Homologiniai organai

...Evoliucijos teorija, žinoma, didelį homologinių organų panašumą laiko lyginamų formų kilmės bendrumo išraiška ir vienu realaus organizmų giminingumo įrodymų.

Kaip konkretų homologinių organų pavyzdį panagrinėkime sausumos stuburinių porinių galūnių sandarą. Varliagyvių, roplių, paukščių ir žinduolių galūnių griaučiai, nors galūnių išvaizda ir jų atliekamos funkcijos ir labai skiriasi, pasirodo sudaryti labai panašiai... Matome, kad griaučių kaulai sujungti į gana pa-

našią sistemą. Nors atskirų elementų forma skiriasi, jie panašūs būtent savitarpio ryšiu. Priekinės galūnės su pečių juosta jungiasi vienu pailgėjusiu kaulu (žastikauliu)..., turinčiu būdingą sąnarinių paviršių formą ir kai kurias ne mažiau būdingas išaugas raumenims prisitvirtinti. Šis kaulas laiko du kiek trumpesnius, šiek tiek prasikeičiančius kaulus (alkūnkaulį ir stipinkaulį). Vienas jų turi alkūninę išaugą raumenims prisitvirtinti. Distaliai prie jų prisitvirtinusi letena, susidedanti iš pagrindo (riešo), turinčio grupę tam tikrų nedidelių kauliukų, ir kelių (paprastai penkių) nariuotų spindulių, sudarančių galūnės plaštaką ir pirštus. Kai kurių kauliukų gali nebūti, kitus gali pakeisti suaugusių kauliukų kompleksas, bet vis dėlto iš esmės kiekvienoje galūnėje randame tuos pačius „homologinius" griaučių elementus... Esminis galūnių funkcijų skirtumas gali būti susijęs su dideliais jų sandaros pakitimais (prisiminkime, pavyzdžiui, paukščio sparną), tačiau tai netrukdo mums nustatyti jų griaučių tą patį pagrindinį sandaros planą, tas pačias homologines dalis. Didžiulį žinduolių galūnių funkcijų įvairumą nepaprastai silpnai teatspindi pagrindiniai jų sandaros bruožai.

Šikšnosparnio sparno, banginio plaukmens griaučiai, kasamosios kurmio letenos griaučiai, tokių puikių bėgikų, kaip kanopiniai, arba tokių stambių gyvūnų, kaip dramblys, priekinės kojos griaučiai, beždžionės galūnės, naudojamos laipiojimui arba griebimui, arba pagaliau žmogaus rankos griaučiai — visi jie skiriasi bendra atskirų elementų forma, tačiau iš esmės sudaryti pagal tą patį planą ir turi panašiai išsidėsčiusias, t. y. homologines, dalis. Šio dalių santykio panašumo reikšmė bendrame homologinių organų sandaros plane dar daug kartų padidėja, turint galvoje tai, kad šių gyvūnų individualaus vystymosi eigoje homologiniai organai vystosi panašiai iš visiškai panašių užuomazgų. Žinduolių gemalų ir netgi visų sausumos stuburinių gemalų galūnių užuomazgos iš viso tokios panašios, kad sunku tikėti, jog iš tokių vienodų užuomazgų gali išsivystyti organai, tokie skirtingi savo funkcijomis.

Ten pat, p. 63—65.

Rudimentiniai organai

Remiantis teorija, kad formos išsivystė nuoseklaus kitimo būdu, rudimentinių organų atsiradimas išaiškinamas palyginti paprastai, ir dažniausiai galime suprasti, kokie dėsniai sąlygoja jų netobulą išsivystymą. Turime daugybę atvejų, kai rudimentiniai organai pasitaiko mūsų naminiuose gyvuliuose bei augaluose, pavyzdžiui, uodegos galiukas beuodegėse veislėse, ausies pėdsakai beausių avių veislėse, mažų, klibančių ragelių pasirodymas beragėse galvijų veislėse, ypač... jaunuose individuose, ir pagaliau bendras viso žiedo stovis žiediniame kopūste...

Atrodo tikėtina, kad nenaudojimas buvo pagrindinė priežastis, kodėl organas pasidarė rudimentinis. Kaip nenaudojimo išvada organas pamažu vis labiau redukavosi, kol pagaliau pasidarydavo visiškai rudimentinis, pavyzdžiui, gyvenančių tamsiuose urvuose gyvūnų akys ir sparnai tų paukščių, kurie, gyvendami okeaninėse salose, taip retai būdavo priversti gelbėtis nuo grobuonių skridimu, kad pagaliau visai prarado sugebėjimą skristi. Be to, organas, kuris tam tikromis sąlygomis esti naudingas, kitomis sąlygomis gali tapti kenksmingu, pavyzdžiui, vabalų, gyvenančių mažose ir vėjuotose salose, sparnai; šiuo atveju natūralioji atranka bus padėjusi redukuotis šiam organui, kol pagaliau jis tapo rudimentinis ir nežalingas.

Kiekvienas struktūros ir funkcijos pakitimas, kuris gali vykti nežymiai, yra natūraliosios atrankos veikimo ribose, ir tokiu būdu organas, kuris, pasikeitus gyvenimo būdui, pasidaro nenaudingas arba žalingas vienam tikslui, gali modifikuotis ir būti naudojamas kitam tikslui. Organas gali taip pat išlikti tik vienai iš jo buvusių funkcijų.

Čarlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius, 1959, p. 506—507.

Kai kuriais atvejais ne visiškai išsivysčiusių organų, sandara ir ryšiais panašių (homologinių) į atitinkamus gimininigų gyvūnų organus, bet neatliekančių jiems tipingų funkcijų, matyt, nenaudingų jų turėtojams, buvimas visiškai nesuprantamas kreacionizmo [1] teorijos požiūriu. Kokia prasmė banginiams turėti paslėptus kūne... neišsivysčiusius dubens ir užpakalinių galūnių kaulus?.. Nesiremiant evoliucijos teorija, sunku protingai šitai išaiškinti. Pagal evoliucijos teoriją — tai liekanos užpakalinių galūnių, kurios buvo tolimų banginių protėvių normalūs judėjimo organai, bet neteko šios funkcijos, gyvūnams persikėlus gyventi į vandenį, kada varomojo organo vaidmuo atiteko uodegos pelekui. Kai kurios gyvatės, pavyzdžiui, smaugliai, kloakos šonuose taip pat turi dubens ir užpakalinių galūnių liekanas. Šie nenaudingi rudimentai gali būti laikomi tik palikimu tų tolimų protėvių, kurie judėjo panašiai kaip driežai porinėmis galūnėmis. Galima pasekti laipsnišką bekojų driežų galūnių redukciją, ilgėjant jų kūnui ir pradedant šliaužioti nauju būdu į šonus lankstant kūną. Kažin ar kam nors kils abejonė dėl to, kad paukščių sparnai — skraidymo organai, ir jeigu žinome bėgiojančius neskraidančius paukščius, kokie yra, pavyzdžiui, stručiai, vis dėlto turintys sparnus, tai jie antrą kartą neteko sugebėjimo skraidyti. Stručiai turi sparnus, kaip atskirus, normaliai nefunkcionuojančius organus.

И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946, p. 65—66.

[1] Kreacionizmas — idealistinė teorija, aiškinanti pasaulio atsiradimą dieviškuoju kūrimu". — *Sud.*

Embriologiniai evoliucijos įrodymai

Gemalų panašumas

Panašus kaulų išsidėstymas žmogaus rankoje, šikšnosparnio sparne, jūros kiaulės plaukmenyse bei arklio kojoje, toks pat šlankstelių kiekis žirafos ir dramblio kakle, taip pat ir begalės kitų panašių faktų savaime išaiškėja, laikantis teorijos apie bendrą kilmę ir nuosekliai vykusius nedidelius pakitimus. Pagrindinės sandaros, modelio panašumas, kurį matome šikšnosparnio sparne ir kojoje, nors abu organai naudojami visai skirtingiems tikslams, taip pat krabo žanduose ir kojose, žiedo vainiklapiuose, kuokeliuose bei piestelėse, irgi daugiausia aiškinamas laipsniškais pakitimais dalių bei organų, kurie iš pradžių buvo tokie pat kiekvienos iš šių klasių ankstyvajame protėvyje. Turėdami galvoje tai, kad daug nuoseklių pakitimų ne visados įvyksta ankstyvame amžiuje ir kad jie paveldimi atitinkamai neankstyvame gyvenimo periode, galima aiškiai suprasti, kodėl žinduolių, paukščių, roplių ir žuvų embrionai yra taip panašūs vieni į kitus, kai jų suaugusios formos tokios nepanašios. Nesistebėsime, kad oru kvėpuojančio žinduolio arba paukščio embrionas turi žiauninius plyšius ir kilpomis einančias arterijas, panašiai kaip žuvys, kvėpuojančios vandenyje ištirpusiu oru gerai išsivysčiusiomis žiaunomis.

Dėl nenaudojimo, kartais prisidedant ir natūraliajai atrankai, dažnai redukuodavosi organai, tapę nebereikalingi pasikeitusiose gyvenimo sąlygose, ir šiuo atžvilgiu galime suprasti rudimentinių organų prasmę. Tačiau nenaudojimas ir atranka paprastai veikia jau subrendusias būtybes, kurioms tenka pilnutinai dalyvauti kovoje dėl būvio, taigi jie turi tik nedidelę įtaką organui ankstyvame amžiuje; iš to seka, kad ankstyvajame amžiuje organas neredukuosis ir netaps rudimentinis. Pavyzdžiui, veršis paveldėjo dantis, kurie niekuomet neprasikala pro viršutinio žandikaulio dantų smegenis, iš ankstyvo protėvio, turėjusio visiškai išsivysčiusius dantis. Galime spėti, kad suaugėlio gyvūno dantys kadaise redukavosi dėl nenaudojimo todėl, kad liežuvis, gomurys arba lūpos, veikiant natūraliajai atrankai, puikiai prisitaikė pešti žolę be dantų; tačiau veršio dantys liko nepakitę ir, sutinkamai su dėsniu dėl paveldėjimo atitinkamame gyvenimo amžiuje, jie buvo paveldimi nuo seniausių laikų iki mūsų dienų. Laikantis pažiūros, kad kiekvienas organizmas su visomis savo dalimis buvo specialiai sutvertas, visiškai nesuprantama, kodėl taip dažnai aptinkami tokie aiškiai nereikalingi organai, kaip embrioninio veršio dantys arba susiraukšlėję sparnai po kietais daugelio vabalų antsparniais. Gamta tarytum tyčia stengėsi rudimentiniais organais, taip pat embriologinėmis bei homologi-

nėmis sandaromis mums atskleisti savo atliekamų modifikacijų planą, bei mes esame per akli, kad suprastume, ką ji nori pasakyti.

Carlzas Darvinas. Rūšių atsiradimas. Vilnius. 1953. p. 528—529

Embriologijos vaidmuo sisteminant gyvūnus

...Jie (brachiopodai[1] — *Sud.*) neturi nieko bendra nei su dvigeldžiais, nei su kitais minkštakūniais, ...ir vieniems, ir kitiems būdingas bendras išorinis panašumas, kurį nulėmė vienodos gyvenimo sąlygos, ir nieko daugiau.

Tvirtai galima pasakyti, jog nėra nė vieno organo, kuris būtų panašiai išsidėstęs; nei virškinamojo trakto padėtis, nei lytinių bei segmentinių organų padėtis, nei žiaunų išsidėstymas, nei kriauklių padėtis ir sandara neturi nė vieno panašaus bruožo, atvirkščiai, visi minkštakūniai turi koją, ir tai juos skiria nuo brachiopodų ir kirmėlių. Be grynai anatominių požymių, visa embriono ir lervos vystymosi eiga labai aiškiai kalba prieš bet kokį suartėjimą su minkštakūnių tipu...

Jeigu mano pažiūra į brachiopodus bus priimta ir jie bus išskirti iš moliuskų tipo.... tai ne tik suteiksime jiems sandarą atitinkančią vietą sistemoje, bet dar ir apvalysime minkštakūnių tipą nuo jungimo prie jo visiškai svetimų formų. Minkštakūnių tipas, nejungiant į jį brachiopodų... ir vadinamųjų anelidžių, liktų tokia apibrėžta ir natūrali grupė, kurios atstovų bendriausias požymis būtų koja, burė, mantija ir paprastos arba dvigeldės kriauklės, kurias turi visi jų gemalai.

Taigi matome, kad brachiopodai yra labai akivaizdus pavyzdys, parodantis, kaip labai reikalingi embriologiniai duomenys, norint nustatyti tikslią gyvūnų padėtį sistemoje.

А. О. Ковалевский. Избранные работы. М., Изд-во АН СССР. 1961. р. 358—362.

Gyvūnų centrinės nervų sistemos homologija

Nervinės, arba meduliarinės, kirmėlių plokštelės... pirmomis vystymosi stadijomis visiškai vienodos savo padėtimi ir jų santykis su embrionu yra toks pat, kaip ir... varliagyvių... meduliarinių plokštelių. Lygindami kūmučių... ir Lumbricus[1] embrionus... įžiūrime visiškai tapatingus įvairių organų užuomazgų santykius... Jų tarpusavio padėtis ir susidarymo būdas tokie tepatingi, kad į meduliarines Lumbricus ir varliagyvių gemalo plokšteles galima žiūrėti kaip į homologinius darinius.

[1] Brachiopodai — pečiakojai, anelidės — žieduotosios kirmėlės. — *Sud.*

[1] Lumbricus — žemės kirmėlės. — *Sud.*

Tolesni nervų sistemos iš šių homologinių meduliarinių plokštelių susidarymo procesai skiriasi tik tuo, kad kirmėlių jos lieka toje pačioje padėtyje iki nervinių elementų histologinės diferenciacijos pradžios arba iki jų atsiskyrimo nuo viršutinio lapo, o stuburinių — dėl spartesnio meduliarinių plokštelių masės vystymosi — atsiranda nauji embrioniniai procesai, būtent, meduliarinės plokštelės kaip tokios išnyksta ir atsiduria nerviniame vamzdelyje.

Kadangi stuburinių gyvūnų meduliarinės plokštelės išnyksta ir atsiduria nerviniame vamzdelyje dėl to, kad sparčiau vystosi šios klasės nervų sistemos embrioninės užuomazgos, tai ir šie, taip sakant, kiekybiškai skirtingi procesai negali visiškai nuneigti kirmėlių ir stuburinių nervų sistemų homologijos.

Taigi, remdamiesi visais pateiktais duomenimis, galime sutikti, kad Lumbricus ir varliagyvių meduliarinės plokštelės — homologiniai dariniai. Pripažindami tai, turime taip pat pripažinti ir toliau, kad iš tų meduliarinių plokštelių atsiradę nervai — kirmėlių pilvinė nervų grandinėlė bei galvos smegenys ir stuburinių nervinis vamzdelis — homologiški. Ši homologija turi būti taikytina abiejų gyvūnų klasių visai centrinei nervų sistemai, kitaip tariant: visa virš chordos esanti stuburinių gyvūnų nervų sistema yra homologiška visai kirmėlių centrinei nervų sistemai, t. y. jų galvos smegenims ir pilvinei nervinei grandinėlei.

...Centrinių nervų sistemos dalių išsidėstymas abiejose žarnyno pusėse, kaip esti kirmėlių, taip pat neduoda nė mažiausio pagrindo neigti kirmėlių ir stuburinių nervų sistemos homologijos. Šis reiškinys paaiškinamas labai paprastai ir yra tik stuburinių nervų sistemos embrioninės užuomazgos masės spartesnio vystymosi išdava. To paties organo išsivystymo laipsnis, kokie išoriniai skirtumai dėl to beatsirastų, dar nieko nesako, kad nesama homologijos.

Taigi pateikiami duomenys mums yra tvirtas pagrindas mėginti spręsti klausimą apie stuburinių ir bestuburių gyvūnų centrinės nervų sistemos homologiją. Iš tų pačių duomenų matyti, kad stuburinių ir bestuburių gyvūnų galvos smegenų neturime laikyti viena kitą atitinkančiomis dalimis: šie dariniai homologiški tik tiek, kiek jie yra bendros nervų sistemos tos pačios dalys, bet ne atskiri padaliniai... Šių gyvūnų klasių nervų sistemos homologiškos apskritai, o atskiromis savo dalimis tik analogiškos...

Keistas daugelio stuburinių... embrionų nervų sistemos susidarymas, kai žarnyno ir nervinis vamzdeliai yra vienas nenutrūkstamas vamzdelis, leidžia mums daryti prielaidą, kad galbūt kada nors egzistavo ir net dabar tebeegzistuoja kur nors formos, turinčios vamzdelį, homologišką stuburinių nerviniam vamzdeliui,

bet jis atlieka kitas funkcijas, pavyzdžiui, sudaro dalį žarnyno. Kokia keista beatrodytų ši prielaida, ji neprieštarauja dabar vyraujančiai pažiūrai, kad embrioniniai dariniai, embrioninės stadijos yra faktinės, egzistuojančios formos.

Iš tikrųjų kažką panašaus primena tokios formos, kaip Bryozoa [1]: jų žarnynas yra V formos, o nervinis ganglijas glūdi tarp viršutinių jos galų. Norint stuburinių nervų sistemą kildinti iš šių formų, tektų tarti, kad iš vienos šios V alkūnės atsiradusi stuburinių nervų sistema, o iš kitos — žarnynas. Taip aiškinant, būtų galima panagrinėti ir išnykusius gyvūnus. Būtų galima pasakyti, kad tarpinės formos, kurių nervų sistema savo sandara užėmė tarpinę padėtį tarp kirmėlių ir stuburinių nervų sistemų, išnyko. Galbūt labai teisėtai būtų galima tvirtinti, kad anelidžių ir stuburinių nervų sistemos laikytinos dviem skirtingomis forma ir kryptimi šakomis, kilusiomis iš vienos bendros pagrindinės formos, labai besiskiriančiomis nuo abiejų dabar egzistuojančių formų, kad tiesioginių pereinamųjų formų dabar negalima ieškoti, kad jų niekada nebuvo, kad jos glūdi tik vienoje bendroje pradinėje formoje.

Ten pat, 408—411.

Aukštesniųjų stuburinių gemalų žiaunų aparatas

Aukštesniųjų sausumos stuburinių embrioninio vystymosi tyrimai parodė, kad jų gemaluose atsiranda ir pasiekia tam tikro išsivystymo lygio kai kurie organai, suaugusiam gyvūnui neturintys jokios reikšmės, bet visiškai panašūs į organus, būdingus suaugusioms žuvims. Tokį, pavyzdžiui, yra žiaunų aparatas, t. y. vandenyje kvėpuojančių žuvų organas. Aukštesniųjų stuburinių gemalų jis, žinoma, kaip reikiant neišsivysto, bet praeina pagrindines embrioninio vystymosi stadijas... Susidaro keletas žiauninių plyšių, jungiančių ryklės ertmę su aplinka, tarp jų išsidėsto mezenchiminės griaučių ir raumenų užuomazgos, žiaunų nervų ir kraujagyslių užuomazgos (arterijų lankai). Embrioninis jo vystymasis prasideda visiškai taip pat, kaip ir žuvų. Tačiau žuvų jis vystosi ir toliau, kol susiformuoja funkcionuojantis kvėpavimo aparatas su vidiniais žiaunų lapeliais. Tuo tarpu aukštesniųjų stuburinių šio aparato vystymasis sustoja ankstyvoje stadijoje, žiauniniai plyšiai suauga, o griaučių ir raumenų užuomazgos įgyja kitą reikšmę, įeidami daugiausia į gerklų sudėtį. Aukštesniųjų stuburinių žiaunų aparatas rudimentinis. Šie rudimentai turi tik vieną laikiną embrioninių užuomazgų reikšmę.

И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946, р. 67—68.

[1] Bryozoa — samangyviai. — *Sud.*

Paleontologiniai evoliucijos įrodymai

Iškastinės formos

Jau pradedant Ž. Kiuvjė, paleontologijoje tvirtai nustatytas laipsniško gyvūnų ir augalų sandaros tobulėjimo faktas, iškastinės faunos ir floros sudėties laipsniškas artėjimas prie dabartinės, pereinant nuo seniausių geologinių formacijų prie naujesnių.

Iš kambro periodo augalų žinomos tik dumblių liekanos. Pirmieji induočiai augalai — psilofitai — atsiranda silūre. Devone jau paplinta papartainiai ir pataisainiai. Akmens anglies periode atsiranda asiūklainiai, kiek vėliau glosopteriai, permo periode — spygliuočiai. Mezozoinėje eroje vystosi turtinga paparčių, spygliuočių ir sagainių flora. Pagaliau kreidos periode atsiranda gaubtasėkliai, kurie jau triase labai suklesti...

Įdomi stuburinių atstovų atsiradimo istorija. Stuburiniai — tai labiausiai išsivystę gyvūnai, turintys kietus kalkingus griaučius, kurių iškasama palyginti gerai išsilaikiusių ir leidžiančių pakankamai išsamiai spręsti apie jų struktūrą...

Sausumos stuburiniai — primityviausi stegocefalai — atsirado viršutiniame devone ir suklestėjo akmens anglies periode. Permo periode atsirado ropliai, ypač išsivystę mezozoinėje eroje. Pirmapaukščio liekanos rastos juriniame periode, o dabartiniai paukščiai žinomi, pradedant kreidos periodu. Paukščiai suklestėjo terciariniame periode. Žinduolių primityviausi atstovai atsirado dar triaso periode. Tačiau per visą mezozoinę erą jie neįsigalėjo. Tik kreidos periode prasideda jų diferenciacija, dėl kurios jau terciariniame periode susidarė visos dabartinės (ir kai kurios veikiai išnykusios) grupės.

Taigi paleontologinės liekanos mums visiškai aiškiai parodo įvairių stuburinių atsiradimo istorinę seką. Pirmiausia atsirado paprasčiausios sandaros žuvys, po to varliagyviai, vėliau ropliai ir pagaliau paukščiai ir žinduoliai — tobuliausios sandaros stuburiniai. Istorija rodo laipsnišką perėjimą nuo žemesniųjų gyvybės formų į aukštesnes...

Paleontologija nužymi mums ne tik bendrą organizmų įvairių tipų, klasių ir būrių atsiradimo seką, daugeliu atvejų ji parodo ir aiškų ryšį tarp šių grupių, pateikdama kai kurias tarpines formas, kurios kartais turi neabejotiną realių perėjimų reikšmę.

Ten pat, p. 81, 83.

Paleontologinės eilės

Daugeliu atvejų gimininingų iškastinių formų liekanų esti tiek daug, kad galima atkurti nenutrūkstamas eiles formų, kurios, kritiškai jas vertinant, gali gana tiksliai atspindėti jų tikrąją istoriją. Šiuo metu žinomos jau gana gausios iškastinių organizmų

genealoginės eilės. Ypač gerai ištirti ir kartu mums ypač įdomūs žinduoliai, kurie dėl palyginti didelio stambumo ir gerai išsilaikiusių griaučių liekanų yra ir prieinamiausi tyrimams. Gerai žinoma plėšriųjų, banginių ir ypač gerai įvairių kanopinių šakų istorija. Mes panagrinėsime dramblių vystymosi istoriją, pradedant eoceno meriteriu... Ši istorija demonstruoja mums laipsniška kūno matmenų didėjimą, straublio vystymąsi ir originalią dantų sistemos specializaciją... Iš priekinių dantų išsivysto tik viena pora — dabartinių dramblių didžiulės viršutinės iltys. Iš keturių kauburiuotų krūminių dantų išsivysto šešiakaubriai, o po to daugiakaubriai mastodontų dantys ir raukšlėti dabartinių dramblių dantys, kurių raukšlių padaugėja nuo 3—4 (seniausių iškastinių formų) iki 27 (mamutų ir dabartinių Indijos dramblių). Didėjant krūminiams dantims, kartu pamažu nusistovi savita horizontali jų kaita.

Dar detaliau žinoma arklio istorija... Visoje šioje eilėje laipsniškai didėjo kūno matmenys, redukavosi šoniniai pirštai, alkūnkaulis redukavosi ir priaugo prie stipinkaulio, šeivikaulis redukavosi ir priaugo prie blauzdikaulio, laipsniškai didėjo krūminių dantų vainikėliai ir darėsi sudėtingesnė jų sandara. Mes matome iš tikrųjų, kaip labai nuosekliai vyko šie kitimai, kurių dėka išsivystė dabartinis liekakanopis arklys su prizminiais sudėtingos raukšlėtos sandaros krūminiais dantimis.

Dabartinio arklio istorija aiškiai perskaitoma pagal tikrus dokumentus.

Ten pat, p. 87—88.

Paleontologinė arklių eilė

Ir mano minėti mokslininkai, ir geriausieji mūsų laikų lyginamosios anatomijos specialistai ne kartą yra pageidavę, kad teoriniai spėliojimai apie formų filiaciją, atsiradę po Darvino teorijos sukelto perversmo, kada nors būtų tikrai ištirti, remiantis kurios nors žinduolių šeimos ir jos palikuonių išsamiais ir grynais osteologiniais tyrimais. Viena įdomiausių šiuo požiūriu formų pasirodė esąs arklys, ir dėl daugelio priežasčių. Pirma, savo griaučiais, nes tai vienintelis gyvūnas, kuris į žemę remiasi iš viso tik vienu pirštu, taip labai išsivysčiusiu, jog šis vienas pirštas atlieka visas funkcijas, kurias tos pačios šeimos kitos formos atlieka trimis ir net keturiais pirštais; antra, pats šios formos, taip paplitusios mūsų laikais, naujumas skatino samprotauti, nes iš tikrųjų arklys yra vienas pačių naujausių mūsų planetos gyvūnų...

В. О. Ковалевский. Палеонтология лошадей. М., Изд-во АН СССР, 1948, p. 162—163.

Senovinis arklio protėvis — paleoterijus

Turtingoje eoceno ir mioceno faunoje vieną labai žymių vietų užima paleoterijai... Tikslaus Kiuvjė aprašymo dėka ši forma tapo labai svarbi paleontologijoje ir kartu tarytum šablonas, su kuriuo būdavo lyginami visi vėliau randami iškastiniai liekakanopių žinduolių tipai, o atgimus gamtos mokslams, gyvai veikiant teorinėms pažiūroms, prasiskverbusioms į mokslą šeštojo dešimtmečio pabaigoje, paleoterijų reikšmė dešimteriopai padidėjo. Į juos ryžtingai imta žiūrėti kaip į šaltinį, kaip į primityvią formą, iš kurios kilo visi sekantys liekakanopiai... Tačiau, nepaisant eoceno epochos paleoterijų svarbos, jiems jokiu būdu negalima skirti tokios apibendrinančios reikšmės; be abejo, jie labai svarbūs nepaprastai gausiomis rūšinėmis ir pogentinėmis formomis, tačiau jie... yra atstovai vienos šakos... grupės, iš kurios, veikiant labai skirtingoms aplinkos sąlygoms, susijusioms su maisto pasikeitimu, ...išsivystė jau labiau specializuota anchiterių grupė, davusi pradžią panašiam į arklį hiparionui, iš kurio pagaliau, visiškai neabejotinai, mioceno pabaigoje išsivystė arklys.

Kad anchiteris turi užimti kokią nors padėtį kylančioje linijoje, jungiančioje arklį su jo išnykusiais protėviais, visi tai laikė labai įtikimu faktu...

...Manau neverta leistis į griaučius sudarančių kaulų formų smulkų aprašymą, ir nurodysiu tik tuos pakitimus, kuriuos patyrė šie kaulai, pereidami daugelį paleoterohipoidinės eilės formų, t. y. formų, prasidedančių nuo paleoterijaus ir pasiekusių kulminaciją dabartinėje Equus [1] gentyje.

Ten pat. p. 172—173. 179—180.

Dilbio kaulų pakitimas

Daugumos paleoterijų ulna [2] dar labai išsivysčiusi ir kūno masė tolygiai pasiskirsto ant abiejų dilbio kaulų, bet iš šių formų skaičiaus išsiskiria viena..., kurios ulna pradeda plonėti ir atitinkamai pastorėja radius [3]; šios rūšies, pagal Kiuvjė, radius jau turi 20 mm skerspjūvį, o ulna 15 mm... Kai tik ši stipinkaulio tendencija redukuotis aiškiai išryškėja, tai po to sparčiai stiprėja, ir, ėmę nagrinėti anchiterį, randame, kad stipinkaulio vidurys yra 30 mm pločio, o alkūnkaulio tik 12..., be to, alkūnkaulis apatiniu galu silpnai suaugęs su stipinkauliu, o paleoterijaus dar nesuaugęs. Sekančios formos, artėjančios prie arklio, hiparionų... alkūnkaulis išilgai taip labai suplonėja ir taip priglunda prie stipinkaulio, kad jį vos begalima įžvelgti kaip ploną, tarytum

[1] Equus — arklių gentis. — *Sud.*
[2] Ulna — dilbio alkūnkaulis. — *Sud.*
[3] Radius — dilbio stipinkaulis. — *Sud.*

popierius, plokštelę užpakalinėje stipinkaulio pusėje. Pagaliau arklio alkūnkaulis išilgai visiškai išnyksta, ir lieka tik jo viršutinis galas...

Apatinis... suaugusių alkūnkaulio ir stipinkaulio galas taip pat labai įdomus osteologiniu atžvilgiu; žinoma, konkreti (faktinė) jo forma visiškai neįdomi, tačiau, pažiūrėjus į daugelio pereinamųjų pakopų nuo paleoterijaus iki arklio šio galo formą, jis įgyja didelę reikšmę... Anchiterio alkūnkaulio ir stipinkaulio galo forma... gerokai nutolo nuo protėvinės formos, vadinamųjų paleoterijų..., ir ėmė panėšėti į tos pačios dalies hipariono formą, nes šio ji jau labai panaši į tą, kurią turi arklys.

Riešo kaulų pakitimas

Anchiterio carpus [1] sudarytas iš aštuonių tipingų kaulų, išsidėsčiusių dviem eilėmis... Šių aštuonių kaulų paskirtis yra perduoti kūno masę nuo dilbio kaulų į priekinės kojos pirštus, besiremiančius jau tiesiog į žemę; be to, nereikia pamiršti, kad arklio protėvis — Palaeotherium medium — tokių į žemę besiremiančių pirštų turėjo tris (ir ketvirtojo rudimentą), o arklio teliko tik vienas funkcionuojantis pirštas, kuriuo šis gyvūnas remiasi į žemę. Be šio vieno (trečiojo), labai padidėjusio piršto, arklys turi dar po oda ir raiščiais dvi kitas II ir IV pirštų rudimentines liekanas, liudijančias, kad ir jie kažkada buvo visiškai išsivystę, bet išnyko... ir dabar iš išorės visai nepastebimi, o išryškėja tik griaučiuose.

...Paskui reikia ištirti, ar tarp šių dviejų kraštinių narių nesama... formų, kurios įrodytų, kad nuo pradinio iki galinio tipo buvo pereinama, vykstant vienam po kito daugeliui nežymių pakitimų...

Antrosios pakopos, pereinant į arklį, anchiterio vidurinysis pirštas jau gerokai labiau išsivystęs už kraštinius, kurie pasitraukia į antrą planą. Besivystant viduriniajam pirštui, padidėja ir tie carpus kaulų facetai, kurie jam perduoda kūno masę, o facetai, perduodantys masę šoniniams suplonėjusiems pirštams, mažėja koreliatyviai kraštinių šoninių pirštų mažėjimui... Jeigu po to panagrinėsime hiparioną ir arklį..., tai įsitikinsime, kad facetas... dar labiau padidėja ir arklio, netekusio šoninių pirštų, sudaro didžiulę šio paviršiaus proporciją...

...Taigi visas kūno sunkumas, kurį stipinkaulis perduoda dviem vidiniams pirmosios eilės carpus kaulams, visiškai atitenka vienam viduriniajam (III) pirštui, o kai tik šitai... įvyko, tai, žinoma, dėl organizmo pastangų kiek galima daugiau supaprastinti galūnes šoniniai pirštai, tapę nereikalingi..., pradeda nepaprastai sparčiai nykti.

[1] Carpus — riešas. — *Sud.*

Plaštakos kaulų pakitimas

Panagrinėkime dabar plaštakos kaulus (Metacarpalia), kurie aiškiausiai parodo tripirščio anchiterio virtimą vienapirščiu arkliu, nes dėl to laipsniškai plonėja ir pagaliau beveik visiškai išnyksta du šoniniai metacarpalia.

Riešo ir plaštakos kaulų nekintamas santykis

Pirmiausia reikia atkreipti dėmesį į metacarpalia ir riešo kaulų tarpusavio santykį...

...Šie santykiai sudaro bendrą, nekintamą taisyklę... Juos turi ir arklio formos protėvis — Palaeotherium medium, kurio... visi trys kojos pirštai išsivystę dar gana tolygiai. Po to pradėję nagrinėti anchiterį..., pastebime, kad vidurinysis (III) metacarpalia daug labiau išsivystęs, o šoniniai II ir IV pastebimai sumažėję. Tačiau, nors vidurinysis pirštas taip labai išsivystęs šoninių sąskaita, tipiški metacarpalia ir carpus kaulų santykiai liko nepakitę... Po to ėmę nagrinėti arklio koją..., matome, kad III pirštas dar tobuliau prisitaikęs prie riešo kaulų, užpakalinė jo pusė gerokai išaugusi; ...taigi, hiparionui virstant arkliu, vidurinysis (III) pirštas, išnykus šoniniams, jau pradeda remtis į visus tris carpus kaulus. Nors taip nepaprastai išsivystė vidurinysis pirštas, bet tipiški riešo ir plaštakos kaulų santykiai išlieka nepakitę... Šitai, kad nuo paleoterijaus iki arklio išliko vienodi tipiški santykiai, nežiūrint didžiulio viso vaikščiojimo mechanizmo perversmo, ir yra geriausias įrodymas, jog evoliucija iš vieno tipo į kitą vyko, laipsniškai kintant tam tikra kryptimi... Nereikia pamiršti, kad, vienai formai pamažu virstant kita, visos dalys kinta griežtai koreliatyviai..., kiekvienas priaugęs vieno kaulo milimetras skatina tiek pat priaugti ir atitinkamą kaulą, kuris jam yra atrama, ir tai būdinga visiems kitiems kaulams: auga arba mažėja vienas kaulas, tokiu pat mastu auga arba mažėja ir jį atitinkantis, kiekvienas pirštas vysto tik tą sąnarį, kuris jam tipiškai būdingas, ir negali užgriebti nieko, kas priklauso kitam pirštui, kol šio pastarojo lieka rudimentas; pagaliau taip ir yra, kad vienapirštės arklio kojos, nepaisant visų tariamų jos skirtumų nuo tripirštės paleoterijaus (arba tapyro, raganosio) kojos, išlieka iki detalių tokie tipiški riešo ir plaštakos kaulų santykiai. Niekuo, be laipsniško virtimo (kitimo), negalima paaiškinti to atkaklumo, kuriuo organizmas laikosi santykių, paveldėtų iš protėvinės formos, jis išugdo, pritaiko tik tai, ką turi jo tipas, ir neįgyja nieko naujo...

Aš nenoriu, žinoma, tvirtinti, kad visa tai, toks tikslingas darinys, atsirado staiga, vos tik atkritus šoniniams pirštams, atvirkščiai, tikriausiai ištisos dešimtys pirminių arklių kartų ken-

tėjo kojų lūžimus dėl III metacarpalia paslankaus susijungimo su riešu, kol pamažu pranašumas, įgytas tų individų, kurių šis sujungimas buvo ne toks paslankus, kaip jų giminaičių, privertė juos nugalėti kitus, o šis požymis (raiščiai) taip akivaizdžiai naudingas, kad, vieną kartą atsiradęs, jis jau negali būti prarastas, štai kodėl ir turi jį visi dabartiniai arkliai.

Ten pat, p. 184—186, 189—190, 194—197, 202, 203—205, 207.

Arklių eilės dantų sistemos evoliucija

Nesiimsiu čia nagrinėti slankstelių... ir nepradėsiu taip pat analizuoti kaukolės sandaros... ir tik trumpai apžvelgsiu dantų sistemą...

Pats dantis (vainikėlis)... paleoterijų ir anchiterijų nelabai aukštas ir turi normalias šaknis. Tačiau, virstant hiparionu, matyt, labai pasikeitė maistas, iš gyvūno, mitusio sultingų augalų, augusių upių pakrantėse, lapais ir šakelėmis (kaip tai daro iki šiol tapyrai ir, be abejo, darė eoceno paleoterijai ir žemesnio laipsnio anchiteriai), vystantis žemynams ir stepių pievoms, ėmė vystytis daugiausia stepių gyvūnai, tiktai žolėdžiai. O pakitus maistui, turėjo pasikeisti ir dantų aparatas, ir iš tikrųjų matome, kad jau hipariono išsivysto labai aukštas prizminis dantis, kuris yra keturis kartus aukštesnis už anchiterio dantis. Kartu su žole arklių formos ėmė pagriebti daug smėlio, ir jų dantys greit susidėvėdavo; be to, pakito pati kramtymo maniera, ir kramtymas kandant virto kramtymu, trinant maistą nenutrūkstamais žandikaulių judesiais horizontalioje plokštumoje. Visų gyvūnų emalio, iš kurio sudarytas dantis, sluoksnis dengia dentiną, užpildantį vidinę danties ertmę, o iš viršaus emalio niekas nedengia, ir jis tiesiog trina maisto medžiagas. Tokia yra ir anchiterio danties sandara, jo emalio iš viršaus nedengia kiti dariniai... O virstant hiparionu ir arkliu, pastebime kažką nauja. Kad nors iš dalies dantis būtų apsaugotas nuo per greito susidėvėjimo, visas išorinis jo paviršius padengtas storu kaulinės medžiagos sluoksniu — cementu, uždaros emalės salelės įlinksta giliai į vidų, per visą aukštą danties kolonėlės gylį... ir ištisai pripildomos šio cemento. Vidinė kolonėlė... taip pat padidėja... Atsiradus cementui ir išaugus vidinei kolonėlei, susiformavo tipiškas arklio dantis su visais elementais, ir hipariono virtimą arkliu pažymi tik tai, kad nudilusių hipariono dantų... vidinės kolonėlės... skerspjūvis atrodo kaip sala, o arklio dantų — kaip pusiasalis; tuo ir pagrįstas lengviausias būdas šių dviejų labai panašių formų dantims atskirti.

Ten pat, p. 220, 221, 225—227.

Biogeografiniai evoliucijos įrodymai

Nagrinėjant geografinį gyvūnų ir augalų paplitimą, išryškėjo vandens ir iš dalies kalnų kliūčių, taip pat bevandenių dykumų plotų reikšmė daugelio sausumos faunos ir floros atstovų įsikūrimui.

Pavyzdžiui, Dnepro upė yra tokia paplitimo arealų riba: dešiniajame krante paplitęs dėmėtasis staras..., o kairiajame krante — pilkasis staras... Paprastųjų ežių pasitaiko tik Dešiniakrantėje Ukrainoje ir nėra Kairiakrantėje. Ne mažiau aiški ir vandenskyrų bei sausumos plotų reikšmė vandens organizmų įsikūrimui...

Žemyno salų fauna labai panaši į artimiausio žemyno fauną. Ši fauna tuo savitesnė, kuo ilgesnė salos egzistavimo kaip izoliuotos sausumos dalies istorija. Didžiųjų Europos salų, pavyzdžiui Britanijos, fauna beveik visiškai identiška Europos žemyno faunai...

Salos, seniai atsiskyrusios nuo žemyno, turi skirtingesnę fauną, kuriai būdingos ne tik vietinės rūšys, bet ir endeminės gentys bei šeimos, kaip tai matėme Madagaskaro pavyzdyje. Ilga salos, kaip izoliuotos sausumos dalies, istorija tvirtai susijusi su dideliais jos organizmų pakitimais, ir šie organizmai yra reikšmingi kaip niekur daugiau nepasitaikantys endemai. Salų gyvūnai turi savo istoriją, ir šią istoriją nulemia salos, kurioje jų organizmas aiškiai pasikeitė, istorija.

Vandenynų salų fauna labai negausi, ir tai ypač būdinga tiems sausumos gyvūnams, kurie napajėgūs įveikti didelių vandens plotų. Tolimose salose tokių gyvūnų visiškai nėra. Vandenynų salose nėra ir varliagyvių, nes jie nepakenčia jūros vandens. Visoje faunoje ženklu, jog čia atsitiktinai apsigyveno atskirų artimiausių žemynų atstovai.

Galapagų salos, ištyrinėtos Darvino, yra vulkaninės kilmės. Jos nutolusios nuo vakarinių Pietų Amerikos krantų per 1000 kilometrų. Fauna yra aiškiai amerikinės kilmės. Be paukščių, kurie, matyt, pernešti oru (108 rūšys, iš kurių 82 paplitusios tik salose), sausumos gyvūnų nedaug. Tačiau jie įdomūs, nes parodo rūšių susidarymo atskirose salose eigą. Salose buvo 15 rūšių didžiulių sausumos vėžlių; kiekviena rūšis gyveno atskiroje saloje. Tik didžiulėje centrinėje „Elbmarlo“ saloje buvo 4 šio vėžlio rūšys...

Azorų salose, nutolusiose 1400 kilometrų nuo artimiausių Portugalijos krantų, sausumos stuburinių visiškai nebuvo...

Havajų salose, nutolusiose 3000 kilometrų nuo artimiausio žemyno, iš sausumos stuburinių tebuvo dvi endeminės driežų rūšys ir kelios endeminės paukščių rūšys... Įdomi didelė įvairovė sraigių, kurių daugiau negu 300 rūšių ir iki 100 porūšių priklauso tik vienai Achatinella genčiai. Tai rodo, kad jos visos yra kilusios tik iš vienos atsitiktinai patekusios formos, kuri- šiose

salose rado palankias gyvenimo sąlygas ir dėl to davė pradžią intensyviam rūšių susidarymui.

Visais atvejais vandenynų salų fauną sudaro formos, kurios atsitiktinai patenka į jas oru arba vandeniu iš žemyno arba kitos salos. Joje negausu sausumos formų, išskyrus tik gerai skraidančias. Varliagyvių visiškai nebūna. Atsitiktinį apsigyvenimą pabrėžia labai ribota grupių įvairovė (nedaug būrių, šeimų, genčių), o palankias gyvenimo sąlygas — vietinių rūšių ir porūšių gausybė.

И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946, p. 72, 78—80.

3. Žmogaus kilmė

„Daug kartų tvirtai buvo pareikšta nuomonė, kad žmogaus kilmė niekada nebus išaiškinta. Tamsybei dažniau pavyksta įgyti pasitikėjimą, negu žinojimui, ir paprastai ne tie, kurie daug žino, bet tie, kurie mažai žino, įtikinamiau pareiškia, kad vieno ar kito uždavinio mokslas niekada neišspręs“ [1].

Nuo neatmenamų laikų žmonės domėjosi, kaip Žemėje atsirado žmogus. Ir kaip tik nuo to laiko, kai žmonės pirmą kartą pabandė atsakyti į šį klausimą, egzistavo dvi visiškai priešingos jo sprendimo kryptys: materialistinė, aiškinanti žmogaus kilmę natūraliu būdu, ir idealistinė, siejanti žmogaus kilmę su antgamtinių jėgų įtaka. Materialistinės pažiūros ilgą laiką buvo naivios, neįtikinančios ir savo esme greičiau genealūs spėliojimai, negu mokslinis požiūris. Mokslas dar neturėjo pakankamai faktų, o bažnyčia visomis priemonėmis trukdė ir stabdė tyrinėjimus, susijusius su žmogumi. Keletą amžių vyraujantis požiūris į žmogaus kilmę buvo idealistinis.

XVIII amžiaus pabaigoje ir XIX amžiaus pradžioje prisikaupė faktinės medžiagos, leidusios didžiam švedų botanikui ir sistematikui Karlui Linėjui gyvūnijos sistemoje žmogų skirti į vieną būrį su beždžionėmis — į žinduolių klasės primatų būrį.

Pirmasis žmogaus kilmę susiejo su bendra organinio pasaulio evoliucijos idėja pirmosios evoliucijos teorijos kūrėjas Lamarkas. Jis teigė, kad žmogus kilo iš beždžionės, veikiant pasikeitusioms gyvenimo sąlygoms, kurios pakeitė jos sandarą, taip pat dėl vidinio beždžionės organizmo poreikio tobulėti. Ir nors žmogaus kilmės jis neatskleidė, didelę reikšmę, sprendžiant šį klausimą, turėjo mokslinis jo iškėlimas ir ryšys su bendra evoliucijos idėja.

Įrodymų, kad žmogus kilęs iš gyvūnų ir būtent iš senovinių išnykusių beždžionių, sistemą pateikė Č. Darvinas įžymiajame savo veikale „Žmogaus kilmė“. Jis parodė, kad pirmosiose stadijose beždžionės sužmogėjimas vyko, veikiant natūraliajai atrankai. Dabar gauta daug naujų įrodymų apie žmogaus kilmę iš gyvūnų ir jo istorinį vystymąsi. Gausūs paleontologiniai radiniai Europoje, Azijoje, Afrikoje leidžia nustatyti įvairias žmogaus kūrimosi stadijas, gyvenimo būdą, santykius su gamta. Paskutiniai radiniai Oldovajaus tarpeklyje (Pietų Afrikoje), 1960—1962 me-

[1] Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953, p. 134.

tais rasti Lykio ir jo bendradarbių, leidžia spręsti apie žmogaus protėvius, kurie buvo pereinamoji forma tarp beždžionės ir žmogaus. Kalbama apie „sumanųjį žmogų", kaip jį pavadino Lykis. „Sumanusis žmogus" tiek dar turi ir beždžionės, ir žmogaus požymių ir yra toks artimas beždžionei, kad mokslininkų nuomonės apie jį skiriasi: vieni jį laiko žmogumi, kiti — beždžione. Svarbiausią veiksnį beždžionės sužmogėjimo procese — darbą — atskleidė F. Engelsas.

Šiame skyriuje pateikiamos ištraukos iš Darvino, Engelso ir dabartinių mokslininkų, sprendžiančių žmogaus kilmės ir jo susiformavimo istorijos problemą, veikalų.

Sud.

Žmogaus kilmės iš gyvūnų įrodymai

Žmogaus ir stuburinių gyvūnų bendra kilmė

...Visiems žinoma, kad žmogaus kūnas sudarytas pagal vieną bendrą su kitais žinduoliais tipą arba pavyzdį. Visus žmogaus griaučių kaulus galima lyginti su atitinkamais beždžionės, šikšnosparnio arba ruonio kaulais. Tą patį galima pasakyti ir apie jo raumenis, nervus, kraujagysles ir vidaus organus. Smegenims, svarbiausiam organui, tinka tas pats dėsnis...

Žmogus gali užsikrėsti nuo žemesniųjų gyvūnų ir savo ruožtu užkrėsti juos kai kuriomis ligomis, pavyzdžiui: pasiutlige, raupais, įnosėmis, sifiliu, cholera, dedervinėmis ir kt. Šis faktas daug aiškiau, negu lyginimas, stebint pro mikroskopą arba darant tiksliausią cheminę analizę, įrodo, kad jų audiniai ir kraujas labai panašūs ir savo smulkiausia struktūra, ir sudėtimi. Beždžionės serga daugeliu neužkrečiamų ligų, nuo kurių kenčiame ir mes. Pavyzdžiui, Rengeris [1], kuris atidžiai ir ilgai stebėjo beždžiones Cebus Azarae jų tėvynėje, nustatė, kad jos serga kataru su įprastais jo simptomais ir kad dažnas kataro pasikartojimas joms baigdavosi džiova. Tos pačios beždžionės sirgdavo apopleksija, žarnyno uždegimais ir katarakta. Jų jaunikliai, kalantis pieniniams dantims, dažnai nunykdavo nuo karščiavimo. Vaistai joms turėdavo tokį patį poveikį, kaip ir mums. Kai kurių rūšių beždžionės jaučia didelį potraukį arbatai, kavai ir alkoholiniams gėrimams; tabaką jos rūko, kaip aš pats mačiau, su malonumu...

Žmogus kenčia nuo kai kurių vidinių parazitų, sukeliančių kartais fatališką efektą; jį taip pat kankina išoriniai parazitai, kurie visi priklauso gentims arba šeimoms, apninkančioms ir kitus žinduolius, o niežus sukelia netgi tos pačios rūšies parazitai...

---

[1] Rengeris — XIX amžiaus pradžios keliautojas ir gamtos tyrinėtojas (1795—1832). — *Sud.*

Tokios svarbios funkcijos, kaip veisimasis, visas procesas nuostabiai vienodas visų žinduolių, pradedant pirmuoju patino asistavimo aktu ir baigiant jauniklių gimimu bei maitinimu. Beždžionės gimsta beveik tokios pat bejėgės, kaip ir mūsų vaikai. Kai kurių genčių jaunikliai savo išvaizda skiriasi nuo suaugusių ne mažiau, kaip mūsų vaikai nuo savo suaugusių tėvų... Vadinasi, bendra kūno sandara, mikroskopinė audinių sąranga, chemine sudėtimi ir konstitucija žmogus ir aukštesnieji gyvūnai, ypač žmogbeždžionės, yrą nepaprastai panašūs...

...Žmogus išsivysto iš kiaušinio, kurio skerspjūvis yra $\frac{1}{125}$ colio ir kuris niekuo nesiskiria nuo kitų gyvūnų kiaušinių. Patį gemalą labai ankstyvame periode vos galima atskirti nuo kitų stuburinių gyvūnų gemalų. Tuo metu arterijos šakojasi lankais, tarytum neštų kraują į žiaunas, kurių aukštesnieji stuburiniai neturi, nors angos, esančios kaklo šonuose..., ir rodo jų pirmykštę padėtį...

...Tačiau tenka pridurti, kad žmogaus gemalas daugeliu sandaros ypatybių taip pat panašus į kai kurių žemesniųjų formų suaugėlius. Pavyzdžiui, jo širdis iš pradžių yra paprasta pulsuojanti kraujagyslė; ekskretai pašalinami pro kloaką, stuburgalis atrodo kaip tikra uodega... Netgi vėliausiu gemalo periodu galima rasti kai kurių bruožų, rodančių nuostabų žmogaus ir žemesniųjų gyvūnų panašumą. Bišofas teigia, kad žmogaus gemalo smegenų vingiai septintojo mėnesio pabaigoje būna tokio pat išsivystymo lygio, kaip suaugusio paviano... Pabaigai pacituosiu Hekslį, kuris į klausimą, ar žmogus kilęs kitu būdu, negu šuo, paukštis, varlė arba žuvis, sako: „Atsakant negalima abejoti nė minutės. Neginčijamai aišku, kad žmogaus kilmė ir ankstyvosios vystymosi stadijos tapatingos su gyvūnų, esančių tiesiog prieš jį gyvųjų būtybių eilėje. Neginčytina, kad šiuo požiūriu žmogus yra daug artimesnis beždžionėms, negu beždžionės šunims..

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953. с. 137—142.

Žmogaus ir gyvūnų rudimentiniai organai

...Iš aukštesniųjų gyvūnų negalima rasti nė vieno individo, kuris neturėtų kokio nors organo tik užuomazgos, ir žmogus čia nėra išimtis... Rudimentiniai organai labai nepastovūs, ir tai daugmaž suprantama, nes jie beveik arba visiškai nenaudingi ir, vadinasi, daugiau neveikiami natūraliosios atrankos. Dažnai jie netgi visiškai išnyksta ir paskui kartais vėl atsiranda reversijos būdu — aplinkybė, visiškai verta dėmesio.

Nenaudojimas tokiu gyvenimo laikotarpiu, kai organas daugiausia naudotinas, t. y. dažniausiai brendimo laikotarpiu, kartu su paveldėjimu atitinkamu gyvenimo laikotarpiu, matyt, yra pagrindinės organų virtimo rudimentais priežastys. Posakis „ne-

naudojimas“ taikomas ne tik sumažėjusiai raumenų veiklai, juo taip pat išreiškiamas supratimas apie sumažėjusį kraujo pritekėjimą į kokią nors kūno dalį arba organą dėl to, kad jie rečiau buvo veikiami slėgio svyravimų arba apskritai vienu ar kitu būdu pasidarė mažiau veiklūs. Beje, vienos lyties gali būti rudimentinės formos tie patys organai, kurie kitos lyties išsivystę normaliai, ir tokie rudimentai, kaip vėliau matysime, dažnai vystėsi savitu būdu, skirtingu nuo čia aprašytojo. Kai kuriais atvejais organai atrofavosi, veikiami natūraliosios atrankos, nes, pasikeitus gyvenimo būdui, jie tapo rūšiai nenaudingi...

Įvairių raumenų rudimentų yra daugelyje žmogaus kūno dalių, ir nemažai raumenų, kuriuos paprastai turi kai kurie žemesnieji gyvūnai, žmogaus kartais esti daug mažesni. Kiekvienas, be abejo, yra pastebėjęs, kad kai kurie gyvūnai, ypač arkliai, gali judinti ir drebinti savo odą; ši savybė priklauso nuo [poodinių raumenų] veiklos... Šių raumenų veiklių liekanų esama įvairiose mūsų kūno dalyse, pavyzdžiui, kaktoje — tai raumenys, pakeliantys antakius...

Paviršiniai raumenys, judinantys visą išorinę ausį, ir vidiniai raumenys, judinantys atskiras ausies dalis..., žmogaus yra rudimentiniai. Jie labai įvairūs išsivystymo laipsniu arba bent funkcionavimu... Visas išorinis ausies kaušelis gali būti laikomas rudimentu, lygiai kaip ir įvairios jo raukšlės bei iškilimai..., kurie žemesniųjų gyvūnų laiko stačią ausį, kiek daugiau nepasunkindami jos... Šimpanzės ir orango ausys nuostabiai panašios į žmogaus, panašūs ir ausų raumenys ir taip pat silpnai išsivystę. Zoologijos sodų sargai mane įtikinėjo, kad šios beždžionės niekada neįtempdavo ir nejudindavo ausų, vadinasi, pagal savo funkciją beždžionės ausies kaušelis yra toks pat rudimentas, kaip ir žmogaus. Kodėl šie gyvūnai, kaip ir žmogaus protėviai, neteko savybės kiloti ausis, mums nežinoma. Galbūt todėl (tačiau aš ne visiškai patenkintas šiuo aiškinimu), kad, gyvendamos medžiuose ir būdamos labai stiprios, jos mažai tebijojo pavojų, tad ilgais laikotarpiais mažai tejudino ausis ir dėl to pamažu neteko šios savybės. Matome panašiai atsitikus ir dideliems, sunkiems paukščiams, kurie, gyvendami vandenynų salose, nebuvo puldinėjami plėšrių gyvūnų ir pamažu neteko savybės skraidyti. Žmogus ir daugelis beždžionių negali judinti ausų, bet užtat jie gali laisvai sukioti galvą horizontalioje plokštumoje ir tokiu būdu sugauti garsus, sklindančius iš įvairių pusių...

Mirksėjimo plėvelė, arba trečiasis vokas, su papildomais raumenimis ir kitais dariniais gerai išsivysčiusi paukščių ir turi jiems didelę funkcinę reikšmę, nes gali greit apgaubti visą priekinę akies obuolio dalį. Ją turi kai kurie ropliai ir varliagyviai bei kai kurios žuvys, pavyzdžiui rykliai. Ji gana gerai išsivysčiusi dviejų žemesniųjų žinduolių būrių, būtent kloakinių ir sterblinių, ir nedaugelio aukštesniųjų žinduolių, pavyzdžiui jūrų vėplių. Tačiau žmogaus, keturrankių ir daugumos kitų žinduolių mirksėjimo

plėvelė, kaip mano visi anatomai, yra tik vadinamosios pusmėnulinės raukšlės rudimentas...

Žmogus labai skiriasi nuo visų kitų primatų beveik visiškai plika oda. Tačiau vyrų didesnė kūno dalis apaugusi nedaugeliu trumpų, retų plaukelių, kurie moterų virtę plonais pūkeliais. Rasės gerokai skiriasi plaukuotumu; vienos rasės individų plaukai taip pat labai įvairūs ne tik kiekiu, bet ir išsidėstymu; pavyzdžiui, kai kurių europiečių pečiai visiškai pliki, o kitų jie apžėlę tankiais plaukų kuokštais. Vargu ar galima abejoti, kad plaukai, taip išsidėstę ant kūno, yra žemesniųjų gyvūnų ištisinės plaukų dangos liekanos. Ši pažiūra tampa juo įtikimesnė, nes, kaip žinoma, ploni, trumpi ir šviesūs galūnių bei kitų kūno dalių plaukai gali kartais išsivystyti į „tankius, ilgus ir šiurkščius tamsius plaukus" nenormalios mitybos sąlygomis netoli lėtinių kūno paviršiaus uždegimų...

Ploni į pūkus panašūs plaukeliai..., kuriais būna tankiai apaugęs visas žmogaus gemalo kūnas šeštame amžiaus mėnesyje, gali būti dar įdomesnis pavyzdys. Pirmiausia jie pasirodo penktajame amžiaus mėnesyje ant antakių ir veido, ypač aplink burną, kur jie esti daug ilgesni, negu ant galvos. Tokios rūšies ūsai buvo rasti... moteriškos lyties gemalo. Tačiau ši aplinkybė nėra tokia keista, kaip gali pasirodyti iš pirmo žvilgsnio, nes ankstyvuoju vystymosi laikotarpiu abi lytys visais išoriniais požymiais paprastai panašios viena į kitą. Visų gemalo kūno dalių plaukų kryptis ir išsidėstymas būna toks pat, kaip ir suaugusio, bet turi palinkimą labai kisti. Visas kūno paviršius, neišskiriant kaktos ir ausų, tankiai apaugęs pūkais, bet nuostabu, kad delnai ir padai visiškai pliki, panašiai kaip ir daugumos žemesniųjų gyvūnų visų keturių galūnių apatiniai paviršiai. Toks sutapimas vargu ar gali būti atsitiktinis, taigi pūkuotą gemalo dangą turime laikyti žinduolių, gimstančių plaukuotų, pirmykštės nuolatinės plaukų dangos liekana. Žinomi trys ar keturi atsitikimai, kai tik gimusių žmonių visas kūno ir veido paviršius buvo tankiai apaugęs minkštais ir ilgais plaukais; ši keista ypatybė yra atkakliai paveldima ir turi koreliacinį ryšį su neįprastu dantų išsivystymu...

Kai dėl virškinamojo trakto, tai aš galėjau surinkti duomenis tik apie vieną rudimentinį organą, būtent apie kirmėlinę aklosios žarnos ataugą. Akloji žarna yra storosios žarnos atšaka arba jos paplatėjimas, užsibaigiantis aklu dugnu, ir daugelio žemesniųjų žolėdžių žinduolių būna labai ilga... Kartais ji į galą laipsniškai suplonėja, kartais per visą ilgį turi įsmaugas. Galima manyti, kad dėl pasikeitusio maisto arba gyvenimo būdo akloji žarna gerokai sutrumpėjo ir kad kirmėlinė atauga ir yra šios sutrumpėjusios dalies rudimentas. Kad kirmėlinė atauga iš tikrųjų yra rudimentas, matyti iš to, jog žmogaus ji yra nedidelė ir nevienoda... Kai kuriais atvejais jos visiškai nerandama, kartais

ji būna gana nemaža. Spindis kai kada būna visiškai uždaras iki pusės arba dviejų trečdalių ataugos ilgio, ir jos galas esti standus arba supliuškęs...

Žmogaus stuburgalis kartu su kai kuriais kitais slanksteliais... neturi uodegos funkcinės reikšmės, bet vis dėlto išlaiko tą patį pobūdį, kaip ir kitų stuburinių gyvūnų. Ankstyvuoju gemaliniu laikotarpiu jis esti laisvas ir kyšo už apatinių galūnių ribų, tai galima matyti žmogaus gemalo paveiksle... Kai kuriais retais ir nenormaliais atvejais pasitaikė, jog net po gimimo šis kaulas styrojo išsikišęs kaip rudimentinė uodega. Stuburgalis paprastai esti trumpas ir sudarytas tik iš keturių suaugusių slankstelių, kurie, išskyrus pagrindinį, yra rudimentiniai, nes sueina tik į vieną centrą...

...Homologinė vienos klasės narių viso kūno sandara tus visiškai aiški, jeigu pripažinsime, kad jie kilo iš vieno bendro protėvio ir ilgainiui pasikeitė, prisitaikydami prie įvairių gyvenimo sąlygų. Laikantis bet kurio kito požiūrio, žmogaus rankos panašumas į beždžionės ranką, arklio koją, ruonio plaukmenį, šikšnosparnio sparną ir t. t. lieka visiškai nesuprantamas... Kai dėl vystymosi, tai galima lengvai suprasti, kodėl tokių skirtingų gyvūnų gemalų daugmaž išlieka bendro protėvio sandaros pobūdis, jeigu tarsime, kad išvaizdos pasikeitimai, atsiradę paskutiniuoju gemalo vystymosi laikotarpiu, buvo paveldėti atitinkamu vystymosi laikotarpiu. Jokiu kitu būdu negalima paaiškinti nepaprasto fakto, kad žmogaus, šuns, ruonio, šikšnosparnio, roplio ir t. t. gemalai iš pradžių vos atskiriami vienas nuo kito. Norint suprasti, kodėl esama rudimentinių organų, mums tereikia manyti, kad tolimas protėvis šias dalis turėjo visiškai išsivysčiusias ir kad, veikiant pasikeitusioms gyvenimo sąlygoms, jos gerokai sumažėjo arba tiesiog dėl nenaudojimo, arba dėl natūraliosios atrankos tų individų, kurie buvo mažiau apsunkinti šių nereikalingų organų. Kartu su šiomis priežastimis veikė ir kitos, anksčiau išvardytos.

Taigi mums darosi suprantama, kaip galėjo atsitikti, kad žmogus ir visi kiti stuburiniai sudaryti pagal vieną bendrą pavyzdį; kodėl egzistavimo pradžioje jie praeina tas pačias vystymosi fazes ir kodėl visiems išlieka kai kurių bendrų rudimentinių organų. Tad esame priversti atvirai pripažinti jų bendrą kilmę... Tik mūsų prietaringumas ir išpuikimas, paskatinę mūsų protėvius pareikšti, kad jie kilę iš pusdievių, verčia neryžtingai sustoti prieš šią išvadą. Bet netrukus ateis laikas, kai visiems atrodys nuostabu, kaip galėjo gamtininkai, gerai susipažinę su žmogaus ir kitų žinduolių sandaros ir vystymosi lyginimu, manyti, kad kiekviena [rūšis] buvo sukurta atskiru tvėrimo aktu.

Ten pat, p. 142—153.

Tariami žmogaus protėvių požymiai

Žmogaus gemalo sandara, jo ir žemesniųjų gyvūnų homologijos, išlikę jo rudimentai, reversijos, į kurias jis linkęs, iš dalies leidžia mums įsivaizduoti, kokie buvo mūsų protėviai, ir maždaug nustatyti jų tikrąją vietą gyvūnų eilėje. Tokiu būdu sužinome, kad žmogus yra kilęs iš keturkojės, plaukuotos, turinčios uodegą būtybės, kuri tikriausiai gyveno medžiuose ir buvo Senojo pasaulio gyventoja. Gamtininkas, kuriam būtų tekę ištirti visą šios būtybės sandarą, be jokios abejonės priskirtų ją keturrankiams, kaip ir bendrus ir dar senesnius Senojo ir Naujojo pasaulio beždžionių protėvius. Keturrankiai ir visi aukštesnieji žinduoliai kilo tikriausiai iš senovinio sterblinio gyvūno, o šis per ilgą įvairiausių formų eilę — iš kokios nors būtybės, panašios į varliagyvius; o ši savo ruožtu — iš žuvies tipo gyvūno. Gilioje senovėje visų stuburinių protėvis, mums atrodo, buvęs gyvūnas, gyvenęs vandenyje, kvėpavęs žiaunomis, abi lytis turėjęs susijungusias viename individe, kurio dar labai netobulai išsivystę svarbiausi kūno organai, pavyzdžiui smegenys ir širdis. Šis gyvūnas, matyt, buvęs labiau panašus į dabartines jūros ascidijų lervas, negu į bet kurią kitą mums žinomą formą.

Ten pat, p. 647—648.

Vaiko dubens vystymasis

Pradedančio vaikščioti vaiko dubuo dar nėra tokioje padėtyje, kuri reikalinga, išsivysčius vaikščiojimui stačiomis: dubuo yra beveik išilgai stuburo ir tik vėliau nuo jo pasvyra apatiniu galu į priekį. Dubens pasvirimo į horizontą 50—60° kampas susidaro jau vėliau, jis būdingas suaugusiam žmogui. Neproporcingai stambi ir palyginti sunki galva padidina vaiko netvirtumą; jo kaklo raumenys dar gana silpni, o masės centras yra aukščiau, negu suaugusio, dėl to irgi pablogėja pusiausvyros sąlygos.

Vaiko perėjimas nuo šliaužiojimo į vaikščiojimą dviem kojomis primena mūsų protėvių evoliucijos momentą, kai jie pradėjo vaikščioti stati. O vaikas, judėdamas keturpėsčias, primena senesnius žmogaus protėvius...

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, p. 122—123.

Dantų sistemos panašumas

Žmogaus ir visų Senojo pasaulio beždžionių dantų sistemą sudaro 32 nuolatiniai dantys. Kiekvienoje žandikaulio pusėje yra 2 kandžiai, 1 iltinis, 2 kapliai (kitaip jie dar vadinami mažaisiais krūminiais, mažaisiais moliarais) ir 3 didieji krūminiai

dantys, arba moliarai. Žmogaus dantys susiglaudę, nėra beždžionėms būdingų tarpų tarp viršutinių iltinių ir kandžių, taip pat tarp apatinių iltinių ir mažųjų moliarų...

Žmogaus kilmės iš beždžionės įrodymų galima rasti ir nagrinėjant pieninius dantis, kurių žmogus, kaip ir visos Senojo pasaulio beždžionės, turi tik dvidešimt; kiekvienoje žandikaulio pusėje jam prasikala du kandžiai, vienas iltinis ir du krūminiai dantys. Labai įdomu pažymėti dvi aplinkybes: kiekvieno vaiko pieninių krūminių dantų tarp kauburėlių matyti smulkios vagelės, labai panašios į tas, kokios būdingos šimpanzei; o priekinių apatinių krūminių dantų matyti tam tikras kauburėlis (parakonidas), esantis priekyje kitų atžvilgiu ir paveldėtas iš labai senų žmogaus protėvių, būtent ankstyvojo terciaro pusbeždžionių.

Ten pat, p. 48—49.

Veiksniai, nulėmę žmogaus kilmę

Kintamumas

Kaip matyti, žmogus ir dabar yra labai veikiamas kintamumo. Nėra net dviejų būtybių, priklausančių tai pačiai rasei, visiškai panašių viena į kitą. Galime palyginti milijonus veidų, ir kiekvienas skirsis nuo kitų...

Žmogaus ir žemesniųjų gyvūnų kintamumą, matyt, sukelia ne tik tos pačios bendros priežastys, bet abiejų ir tos pačios kūno dalys pakito visiškai vienodu būdu... Išsigimimai, kurie pamažu pereina į nežymius pakitimus, žmogaus ir žemesniųjų gyvūnų taip pat būna tokie panašūs, kad jiems galima taikyti bendrą klasifikaciją ir bendrus terminus...

...Visi žinome, kad mankštinimas stiprina raumenis, o visiškas nenaudojimas arba juos valdančių nervų sutrikimas silpnina. Sužalojus akį, jos nervas dažnai atrofuojasi. Užveržus arteriją, ne tik padidėja šoninių jos šakų skersmuo, bet ir pastorėja ir sustiprėja jų sienelės. Kai dėl ligos nustoja veikęs vienas inkstas, kitas padidėja ir atlieka dvigubą darbą...

Nors vėliausiais savo gyvenimo laikotarpiais žmogus dėl didesnio ar mažesnio organų mankštinimo galėjo kiek daugiau ir nepasikeisti, tačiau pateikti faktai rodo, kad jis tebėra linkęs į panašius kitimus, o mes tikrai žinome, kad tas pats dėsnis tinka ir žemesniesiems gyvūnams. Vadinasi, galime manyti, kad tada, kai tolimoje epochoje žmogaus protėviai buvo pereinamoje būklėje ir iš keturkojų gyvūnų virto dvikojais, paveldėti įvairių kūno dalių didesnio ar mažesnio mankštinimo rezultatai tikriausiai daug padėjo veikti natūraliajai atrankai.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953, p. 154, 157—162.

Koreliatyvus kitimas

Žmogaus, kaip ir žemesniųjų gyvūnų, daugelis kūno dalių yra taip glaudžiai viena su kita susijusios, kad jeigu kinta viena dalis, tai kinta ir kita, nors dažniausiai ir negalime rasti jokios šio reiškinio priežasties. Negalima pasakyti, ar šią dalį valdo kita, ar abi jas valdo kuri nors trečia, anksčiau išsivysčiusi dalis... Priešingų kūno galų, lygiai kaip viršutinių ir apatinių galūnių, homologiniai dariniai, kaip matome, keičiasi kartu. Mekelis seniai pastebėjo, jog kai rankos raumenys nukrypsta nuo savo įprastinio tipo, tai jie beveik visada pasidaro artimi kojos raumenims; taip pat pakinta ir kojų raumenys. Regėjimo ir klausos organai, dantys ir plaukai, odos ir plaukų spalva ir bendras kūno sudėjimas yra daugmaž glaudžiai vienas su kitu susiję...

Ten pat, p. 168.

Žmogaus pranašumai

Dabartinis žmogus... labiau paplito už visas kitas sudėtingos sandaros būtybes, ir visos kitos jam nusileido. Matyt, jis to pasiekė dėl neišmatuojamo savo protinių sugebėjimų pranašumo ir visuomeninio gyvenimo būdo, kurie išmokė jį padėti savo draugams ir juos ginti, taip pat dėl savo fizinės sandaros. Didelė šių savybių reikšmė išryškėjo kaip galutinis kovos dėl būvio rezultatas. Protinių sugebėjimų dėka išsivystė jo artikuliuota kalba, o nuo jos daugiausia priklauso ir nuostabus išsivystymas. M-ris Consis Raitas[1] pastebi: „Sugebėjimo kalbėti artikuliuota kalba psichologinė analizė rodo, kad pats menkiausias pasiekimas jį vystant reikalauja didesnių proto pastangų, negu didžiausi kitokie pasiekimai". Jis išrado ir moka vartoti įvairius ginklus, įrankius, spąstus ir kt., kuriais apsigina, užmuša arba gaudo grobį ir apskritai apsirūpina maistu. Jis stato plaustus ir laivelius, kad galėtų gaudyti žuvis arba persikelti į gretimas derlingas salas. Jis išmoko meno išgauti ugnį, kuria naudojantis, kietas, sumedėjusias šaknis galima padaryti lengvai virškinamas, o nuodingas šaknis ir žoles — nekenksmingas. Šį pastarąjį atradimą, tikriausiai iš visų patį didžiausią, išskyrus kalbą, žmogus padarė dar priešistoriniais laikais. Visi įvairūs atradimai, kurių dėka žmogus užėmė tokią pirmaujančią padėtį, pats būdamas dar gana laukinis, yra jo sugebėjimo stebėti, atminties, smalsumo, vaizduotės ir proto vystymosi tiesioginės pasekmės...

Pripažindami, kad protiniai sugebėjimai ir visuomeninis gyvenimo būdas žmogui yra svarbiausios aplinkybės, turime įvertin-

[1] Consis Raitas — XIX a. amerikiečių matematikas ir filosofas (1830—1875). — *Sud.*

ti ir jo fizinės sandaros reikšmę... Jeigu dabar grįšime prie artimiausių žmogaus giminaičių, taigi prie gyvūnų, geriausiai atstovaujančių seniesiems mūsų protėviams, tai matysime, kad keturrankių rankos plaštaka sudaryta pagal vieną tipą su mūsų ranka, tačiau anaiptol ne taip tobulai pritaikyta įvairiai veiklai. Jų rankos blogiau pritaikytos judėti, negu šuns kojos, o tai galima matyti beždžionių, kurios remiasi išoriniu delnų kraštu arba sulenktų pirštų išoriniu paviršiumi, kaip šimpanzė ir orangas. Užtat jų rankos nuostabiai pritaikytos laipioti po medžius...

Jeigu koks nors senovinis gausios primatų eilės atstovas ar dėl pasikeitusio gyvenimo priemonių ieškojimo būdo, ar dėl pakitusių aplinkos sąlygų ėmė kiek mažiau gyventi medžiuose, jo įprastas vaikščiojimo būdas turėjo pasikeisti ir jis turėjo taptī arba keturkoju griežtesne prasme, arba dvikoju gyvūnu... Žmogus vienas tapo dvikoju, ir mes galime, aš manau, iš dalies suprasti, kokiu būdu jis priėjo iki vertikalios padėties, vieno būdingiausių savo požymių. Žmogus negalėjo pasiekti tikrosios viešpataujančios padėties Žemėje, nenaudodamas rankų, kurios taip nuostabiai pritaikytos veiklai, atitinkančiai jo valią... Tačiau vargu ar galėjo rankos ir jų plaštakos taip ištobulėti, kad gamintų ginklus arba taikliai mėtytų akmenis bei ietis į taikinį, kol jomis naudotasi daugiausia judėjimui ir visai kūno masei palaikyti, arba, kaip nurodėme anksčiau, kol jos buvo specialiai pritaikytos laipioti po medžius...

Jeigu žmogui patogu turėti laisvas rankas ir tvirtai stovėti ant kojų, o tuo jokiu būdu negalima abejoti, turint galvoje jo įžymius laimėjimus gyvenimo kovoje, tai nematau priežasties, kodėl nebūtų buvę patogu žmogaus protėviams vaikščioti vis labiau išsitiesus ir tapti dvikojais. Šitaip jam darėsi daug patogiau gintis akmenimis arba vėzdais, pulti savo grobį ir kitais būdais įsigyti sau maisto. Tuos, kurie buvo tvirčiau ir geriau sudėti, ilgoje kartų eilėje lydėjo didžiausia sėkmė ir daugiau jų išliko. Jeigu gorila ir nedaugelis giminingų formų būtų išnykusios, tai būtų lengva ir net labai tikroviška tvirtinti, kad gyvūnas negalėjo laipsniškai virsti iš keturkojo dvikoju, nes visos tarpinės būtybės būtų buvusios labai blogai prisitaikiusios vaikščioti. Bet mes žinome (ir tai verta didelio dėmesio), kad žmogbeždžionės iš tikrųjų dabar yra tokioje pereinamoje būklėje, ir niekas nesuabejos, jog apskritai jos gerai prisitaikiusios prie savo gyvenimo sąlygų. Pavyzdžiui, gorila bėga, krypuodama į šonus, tačiau paprastai vaikščioja, remdamasi sulenktomis rankomis. Ilgarankės beždžionės savo rankas kartais panaudoja kaip ramentus, įsiūbuodamos ir pastumdamos tarp jų savo kūną į priekį...

Kadangi žmogaus protėvių padėtis darėsi vis vertikalesnė ir jų rankos su plaštakomis kaskart labiau keitėsi griebimo ir kitiems tikslams, o kojos su pėdomis tuo pat metu pratinosi tvirtai palaikyti kūną ir vaikščioti, tapo būtini daugelis kitų sandaros pakitimų. Dubuo turėjo paplatėti, tam tikru būdu iš-

linkti stuburas ir galva užimti kitą padėtį; žmogus iš tikrųjų pasiekė visų šių pakitimų...

Laisvas rankų naudojimas, iš dalies žmogaus stačios padėties priežastis, iš dalies pasekmė, netiesiogiai nulėmė, matyt, naujus sandaros pakitimus. Anksčiau buvo pasakyta, kad senoviniai vyriškosios lyties protėviai tikriausiai turėjo didelius iltinius dantis; tačiau, pamažu įprasdami svaidyti akmenis, valdyti vėzdus ar kitus ginklus kautynėse su savo priešais arba varžovais, jie vis mažiau ir mažiau ėmė naudotis žandikauliais ir dantimis. Tada žandikauliai, o kartu ir dantys sumažėjo, o kad taip būta, galima įsitikinti iš gausybės analogiškų pavyzdžių...

Beveik nėra abejonės, kad, laipsniškai vystantis protiniams sugebėjimams, smegenys turėjo didėti. Niekas, aš manau, neabejoja, kad didesnis žmogaus smegenų tūris jo kūno atžvilgiu, palyginti su gorilos arba orango smegenimis, yra glaudžiai susijęs su didesniais žmogaus protiniais sugebėjimais...

Laipsniškas žmogaus smegenų masės ir kaukolės didėjimas savo ruožtu turėjo skatinti vystytis ir juos laikantį stuburą, ypač tuo metu, kai žmogus įgijo vertikalią laikyseną. Kol vyko šis kitimas, smegenų slėgis iš vidaus taip pat veikė kaukolės formą, nes daugelis pavyzdžių rodo, kaip lengvai kaukolė pasiduoda tokiam poveikiui. Etnologai mano, kad kaukolė pakinta netgi nuo lopšių, kuriuose miega vaikai, formos. Įprastiniai raumenų traukuliai ir randai dėl stiprių nudegimų visam laikui pakeičia veido kaulų formą. Jeigu jaunų individų galva dėl ligos pakrypsta į šoną arba atgal, viena akis įgyja kitą padėtį, o kaukolės kaulai irgi pasikeičia; tai priklauso, matyt, nuo smegenų slėgio naują kryptimi... Pagaliau kaukolės sandara tikriausiai gangreit pasikeis, jeigu visas gyvūno kūnas gerokai padidės arba sumažės, nepakitus protiniams sugebėjimams, arba, atvirkščiai, jeigu protiniai sugebėjimai gerokai padidės arba sumažės, labai nepakitus kūno matmenims.

Ten pat, p. 172–178.

Visuomeninis gyvenimo būdas

Sprendžiant iš laukinių žmonių ir daugelio keturrankių papročių, pirmieji žmonės ir net į beždžionės panašūs žmogaus protėviai tikriausiai gyveno bendruomenėmis. Griežtai visuomeniškai gyvenančius gyvūnus natūralioji atranka kartais veikia, išlaikydama tuos individų pakitimus, kurie naudingi bendrijai. Bendruomenė, kurioje yra daug naudingas ypatybes turinčių individų, didėja ir nugali kitas, mažiau vykusias bendrijas, nors netgi šiuo atveju nė vienas bendrijos narys atskirai neįgijo jokių pranašumų, palyginti su kitais tos pačios bendrijos nariais...

Menką žmogaus jėgą, nedidelį greitį, natūralių apsigynimo priemonių trūkumą ir kt. su kaupu kompensavo, pirma, jo protiniai sugebėjimai, kurių dėka jis, būdamas dar laukinis, jau pasidarydavo sau ginklų, įrankių ir kt., ir, antra, jo visuomeninės savybės, išmokiusios jį padėti savo artimiesiems ir gauti pagalbos iš jų.

Ten pat, p. 184—185.

Vaikščiojimo stačiomis reikšmė

Mūsų artimiausių protėvių — žmogbeždžionių — vaikščiojimo dviem kojomis išsivystymas buvo parengiamoji sąlyga priekinėms galūnėms atpalaiduoti.

Iš pradžių mūsų protėvių vaikščiojimas dviem kojomis buvo silpnai išsivystęs, žeme jie vaikščiojo tikriausiai dar gana netvirtai. Silpnai išsivystęs vaikščiojimas stačiomis pamažu tvirtėjo, veikiant natūraliajai atrankai: jis darėsi būtinas, gyvenant atviroje vietovėje. Mūsų protėvių australopitekų stadijoje vaikščiojimas stačiomis tampa taisykle, ir atsiranda galimybė darbiniams veiksmams pasireikšti. Taigi vaikščiojimas stačiomis yra svarbiausia biologinė antropogenezės prielaida... Vaikščiojimas dviem kojomis vystėsi galbūt milijonus metų...

Sutinkant su Engelsu ir Darvinu, vaikščiojimą stačiomis reikia laikyti svarbiausiu veiksniu, nulėmusiu didelį žmogaus kūno persitvarkymą tam tikra kryptimi. Su vaikščiojimo dviem kojomis išsivystymu tiesiogiai ar netiesiogiai yra susijusi labai didelė dalis požymių, būdingų žmogaus sandarai. Tai išilgai skliautuota atraminė pėda su labai išsivysčiusiu, tvirtu ir ilgu nykščiu (pirmuoju pirštu); plaštaka su labai išsivysčiusiu nykščiu (pirmuoju pirštu) ir labai jautriais pirštų galais... stuburo su keturiais išlinkimais, iš kurių būdingiausias juosmens, forma; dubens padėtis 60° kampu horizontalės atžvilgiu; galva su labai didelio tūrio ir sunkiomis smegenimis, bet gerai išbalansuota ant stuburo; beveik horizontali užpakalinės angos padėtis; ji yra daugiau priekyje ir nukreipta tiesiai žemyn arba net kiek į priekį (žmogbeždžionių ji nukreipta šiek tiek atgal); dideli kaukolės smegeninės dalies ir maži veidinės dalies matmenys; silpnai išsivystęs išorinis kaukolės reljefas; labai stambios ir sudėtingos sandaros galvos smegenys; būdingos kūno proporcijos (ilgesnės kojos, bet trumpesnės rankos, palyginti su liemens ilgiu). Ypač progresyvūs, toliau tobulėjantys ir stipriau pasireiškiantys yra pirmiausia galvos smegenys, ranka, kalbos aparatas...

Bendri žmogaus ir žmogbeždžionių protėviai, reikia manyti, nebuvo taip labai specializuoti, kaip dabartinės žmogbeždžionės, ir, pavyzdžiui, tų iškastinių formų rankos nykštys tikriausiai nebuvo taip redukuotas, kaip šimpanzės arba orangutango.

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, p. 111—112, 116.

Pradėjimas vaikščioti stačiomis

Pradėti vaikščioti dviem kojomis mūsų protėviams palengvino ne tik tai, kad prielaidos tam atsirado, pasikeitus judėjimo būdui dar gyvenimo medžiuose stadijoje, o to prireikė daugiausia sunkios kovos dėl būvio naujoje gamtinėje aplinkoje sąlygomis.

Miškastepėje ir vėliau visiškai atvirose stepių platumose žmogaus protėviams reikėjo saugotis ir vengti daugybės naujų priešų — sausumos plėšrūnų. Mūsų protėviams teko stotis ant apatinių galūnių, norint apžvelgti didesnį plotą. Pavojaus atveju jie galėjo suspėti laiku pasislėpti nuo priešo, pavyzdžiui, artimiausioje giraitėje ir įkopti į medį arba suvienyti savo jėgas ir, naudodamiesi ginklais, nuvyti plėšrūnus.

Suprantama, kad tada išliko daugiausia tos mūsų protėvių bandos, kurios pasirodė labiau prisitaikiusios gyventi Žemėje daugiau ar mažiau atviroje vietovėje. Taip ir turėjo būti tais laikais, kada gyvenimo medžiuose būdas keitėsi į gyvenimą žemėje: tuomet mūsų protėviai iš pradžių dar instinktyviai laikėsi arčiau nedidelių miškų, giraičių ir atskirų medžių grupių. Greičiausiai tuo metu vaikščiojimas stačiomis vystėsi ir ieškant maisto — vaisių ant neaukštų medžių ir krūmų, taip pat vaikant gyvūnus lazdomis arba akmenimis...

Atpalaiduota nuo judėjimo ir atramos funkcijų žmogaus ranka dar geriau, negu žmogbeždžionių priekinė galūnė, galėjo atlikti įvairius sukamuosius judesius, kurie pasidarė realūs, pasikeitus pėčių juostos, laisviausios viršutinės galūnės ir plaštakos raumenims, raiščiams ir kaulams. Atvirkščiai, kojos, atitekus visam kūno sunkiui, vis mažiau begalėjo atlikti kai kurias ankstesnes funkcijas. Pavyzdžiui, išnyko griebimo ir kasymosi funkcija, išsivystė blauzdų ir sėdmenų raumenys, stambesni pasidarė šlaunies ir blauzdos kaulai.

Ten pat, p. 125—127.

Žmogaus kaukolės ypatybės

Pagrindinis žmogaus ir kitų primatų kaukolės skirtumas yra tas, kad žmogaus smegeninė kaukolės dalis daug didesnė už veidinę...

Žmogaus kaktos kaului būdingi kaktos iškilimai, taip pat silpnai išsivystę virš akių esantys kauliniai dariniai — antakių lankai, kurie labai skiriasi nuo ištisinio velenėlio, būdingo gorilų ir šimpanzių, taip pat pitekantropų ir neandertaliečių — dabartinių žmonių protėvių — kaukolėms.

Labiau išsivysčiusi smegeninė kaukolės dalis ir silpniau išsivysčiusi veidinė dalis būdingos hominidams, kaip paskutinei iškastinių žinduolių, kurių buvo atvirkštiniai kaukolės sandaros

santykiai, evoliucijos stadijai. Daugelį milijonų metų evoliucionavo ir iškastinių antropoidų kaukolė, tai liudija daugelis radinių, pradedant prokonsulu bei driopiteku ir baigiant australopiteku. Silpnėjant požymiams, būdingiems šimpanzių ir gorilų tipo žmogbeždžionėms, pavyzdžiui, kaktos nuožulnumui, labai išsivysčiusiam antakių velenėliui ir žandikaulių masyvumui, formavosi iškastinių hominidų specifinės žmogaus kaukolės ypatybės, nes smarkiai vystėsi jų galvos smegenys, silpnėjo kramtymo aparatas ir progresavo vaikščiojimas stačiomis.

Ten pat, p. 147—152.

Galvos smegenų kitimas

Tai, kad iš pradžių žmogaus galvos smegenys galėjo smarkiai vystytis, nulėmė jo artimiausių protėvių — senovinių beždžionių — progresyvios anatominės ir fiziologinės smegenų ypatybės. Didelę reikšmę čia turėjo ir naujo jiems gyvenimo žemėje būdo įtaka, pradėjimas vaikščioti stačiomis ir vartoti gyvulinės kilmės maistą, gyventi didesnėmis bandomis, pagaliau akmenis ir lazdas naudoti kaip paprasčiausius įrankius maistui gauti ir gintis nuo plėšrūnų... Vertikali kūno padėtis labai sumažino kaklo raumenų apkrovimą, kuris buvo maksimalus senesnių keturkojų žmogaus protėvių, kai galva buvo laikoma horizontalioje padėtyje. Keterinė atauga, viena svarbiausių kaklo raumenų prisitvirtinimo taškų, vystėsi silpniau, darėsi žemesnė ir lygesnė. Sumažėjo ir visas išorinis kaukolės dėžės reljefas, o tai buvo svarbi progresyvaus vystymosi, ypač galvos smegenų ir atskirų jų dalių didėjimo, sąlyga. Tačiau, žinoma, svarbiausia čia ne tik tai ir ne tai, kiek jos išaugo kiekybiškai, o kiek pasikeitė vidinis persigrupavimas ir sudėtingesnė tapo smegenų sandara iki smulkiausių jų struktūrų.

Ten pat, p. 161—162.

Tapimas žmogumi

...Žmogaus atsiradimui ir visai jo tolesnei evoliucijai buvo būtinas nenutrūkstamas progresyvus rankos bendro nervų ir raumenų aparato sandaros, atitinkamų centrinės nervų sistemos dalių ir regėjimo aparato subtilios architektonikos vystymasis. Veikdamos viena kitą, ranka ir smegenys vystėsi visuomeninio darbo eigoje...

Ranka, vaikščiojimas stačiomis, darbas naudojant natūralius, o vėliau ir pasigamintus įrankius, artikuliuota kalba, smegenys ir sąmonė, sugebėjimas abstrakčiai mąstyti ir daryti išvadas vystėsi

per nepaprastai ilgą žmogaus formavimosi epochą, maždaug per 900 tūkstančių metų, vykstant sudėtingam savitarpio įtakos procesui, į save panašių bendruomenėje.

Ten pat, p. 179—180, 235.

Žmogus ir gamta

...M-ris Volis puikiame veikale... įrodo, kad po to, kai žmogus iš dalies įgijo tuos protinius ir dorovinius sugebėjimus, kurie skiria jį nuo žemesniųjų gyvūnų, jo fizinė sandara galėjo pasikeisti tik labai nežymiai arba natūraliosios atrankos, arba kuriuo nors kitu būdu, nes dėl protinių sugebėjimų žmogus gali „palaikyti harmoniją tarp nekintančio kūno ir kintančio pasaulio". Jis labai pajėgus pritaikyti savo įpročius prie naujų gyvenimo sąlygų. Jis išranda ginklus, įrankius ir naujus maisto gavimo bei savigynos būdus. Persikėlęs į šaltesnį klimatą, jis apsisaugo drabužiais, įsirengia būstus ir įžiebia ugnį, verda maistą, kuris žalias nevirškinamas. Jis įvairiais būdais padeda savo artimiesiems ir numato būsimus įvykius. Netgi labai senais laikais egzistavo tam tikras darbo pasiskirstymas.

Atvirkščiai, žemesnieji gyvūnai turi keisti kūno sandarą, kad išgyventų labiau pakitusiomis sąlygomis. Jie turėjo tapti tvirtesni arba įgyti stipresnius dantis bei nagus, kad apsigintų nuo naujų priešų, arba sumažėti, kad būtų nepastebimi ir išvengtų pavojų. Persikeldami į šaltesnį klimatą, jie turėjo užsiauginti tankesnį kailį arba pakeisti kūno sudėjimą. Jeigu jie būtų taip nepakitę, nebegyventų.

Tačiau klausimas būtų kitokio pobūdžio, kaip teisingai pastebi m-ris Volis, kalbant apie žmogaus protinius ir dorovinius sugebėjimus. Jie kintami, ir visiškai turime teisę manyti, kad šie pakitimai gali būti paveldimi. Tad jeigu iš pradžių jie buvo labai svarbūs pirmykščiam žmogui ir jo beždžioniškiesiems protėviams, tai, veikiant natūraliajai atrankai, tobulėjo ir vystėsi. Abejoti didele protinių sugebėjimų reikšme negalima, nes žmogus daugiausia tik jų dėka užima pasaulyje viešpataujančią padėtį. Mes galime matyti, kad primityviausioje visuomenėje asmenybės, buvusios sumaniausios, išradusios ir geriausiai vartojusios ginklus, spąstus bei geriausiai sugebėjusios apsiginti, galėjo išauginti daugiausia palikuonių. Gentys, turėjusios daugiausia tokių gabių žmonių, galėjo didėti ir išstumti kitas gentis. Gyventojų skaičius priklauso pirmiausia nuo gyvenimo priemonių, o šios iš dalies nuo šalies fizinės gamtos, bet daug labiau — nuo sugebėjimo naudotis jomis. Kai viena gentis didėja ir iškyla, tai dažnai ji padidėja ir dėl to, kad asimiliuoja kitas gentis. Šios genties žmonių ūgis ir jėga turi, matyt, tam tikrą reikšmę jos laimėjimams ir iš dalies priklauso nuo maisto,

kurio gali įsigyti, kokybės ir kiekio. Europoje bronzos periodo žmonės buvo nugalėti stipresnės rasės ir, sprendžiant pagal kardų rankenas, rasės, turėjusios stambesnes rankas; beje, šios rasės sėkmė tikriausiai priklausė greičiau nuo jos pranašumo amatų srityje.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953, p. 240—241.

Darbo vaidmuo atsirandant žmogui

Prieš daugelį šimtų tūkstančių metų, tam tikrą laiko tarpą, kurio dar negalima tiksliai nustatyti, tame Žemės raidos periode, kurį geologai vadina tretiniu, kaip spėjama, į jo pabaigą, gyveno kažkur karštojoje zonoje — veikiausiai dideliame žemyne, dabar nugrimzdusiame į Indijos vandenyno dugną,— nepaprastai aukštą išsivystymo laipsnį pasiekusi panašių į žmones beždžionių veislė. Darvinas yra apytikriai aprašęs šiuos mūsų protėvius. Jie buvo ištisai apžėlę plaukais, barzdoti, smailiomis ausimis ir gyveno kaimenėmis medžiuose.

Reikia manyti, kad pirmiausia dėl savo gyvenimo būdo, kai, laipiojant po medžius, rankos atlieka visai kitokias funkcijas, negu kojos, šios beždžionės, pradėjusios vaikščioti žemės paviršiumi, nustojo naudotis rankomis ir palaipsniui įprato vaikščioti stačios. Tuo buvo žengtas *lemiamas žingsnis beždžionei virsti žmogumi*...

Kad vaikščiojimas stačiomis galėtų tapti mūsų plaukuotiesiems protėviams iš pradžių taisykle, o ilgainiui būtinumu, reikėjo, kad rankoms tuo metu vis labiau tektų kitokios funkcijos. Jau ir beždžionės turi tam tikrą rankų ir kojų funkcijų pasidalijimą. Kaip jau minėta, laipiojant po medžius, rankomis naudojamasi kitaip, negu kojomis. Ranka naudojamasi daugiausia maistui rinkti ir laikyti, kaip jau daro kai kurie žemesnieji žinduoliai priešakinėmis letenomis. Ranka kai kurios beždžionės taisosi medžiuose gūžtas arba net, kaip šimpanzė, pastoges tarp šakų apsisaugoti nuo darganų. Ranka jos griebiasi vėzdo apsiginti nuo priešų arba bombarduoja juos vaisiais bei akmenimis. Nelaisvėje jos ranka atlieka, nusižiūrėjusios į žmones, kai kuriuos nesudėtingus veiksmus. Bet kaip tik čia ir iškyla aikštėn, koks didelis yra skirtumas tarp neišlavintos netgi labiausiai panašių į žmogų beždžionių rankos ir šimtų tūkstančių metų darbo ištobulintos žmogaus rankos. Kaulų bei raumenų skaičius ir bendras išsidėstymas yra vienodas abiejose, bet ir mažiausiai išsivysčiusio laukinio ranka gali atlikti šimtus veiksmų, neįmanomų jokiai beždžionei. Nė viena beždžionės ranka niekuomet nėra pagaminusi kad ir primityviausio akmeninio peilio...

...Ligi to laiko, kai iš pirmojo titnago žmogaus ranka galėjo padaryti peilį, galbūt turėjo praeiti toks ilgas laiko tarpas, jog, paly-

ginus su juo, mums žinomas istorijos laikotarpis tėra visiškai nežymus. Bet lemiamas žingsnis buvo žengtas: *ranka pasidarė laisva* ir dabar galėjo įgauti vis daugiau miklumo bei nagingumo, o tuo būdu įgytas didesnis lankstumas buvo paveldimas ir didėjo iš kartos į kartą.

Taigi ranka yra ne tik darbo organas,— *ji taip pat yra ir jo padarinys*...

...Prasidėjęs kartu su rankos išlavėjimu ir darbu viešpatavimas gamtai, žengiant į priekį, vis labiau plėtė žmogaus akiratį. Gamtos daiktuose jis atrasdavo vis naujų, ligi tol nežinomų ypatybių. Antra vertus, darbo vystymasis neišvengiamai padėjo glaudžiau tarpusavyje susijungti visuomenės nariams, nes jo dėka daugėjo savitarpio paramos, bendro veikimo atvejų ir kiekvienas atskiras visuomenės narys vis geriau įsisąmonindavo to bendro veikimo naudingumą. Trumpai tariant, besiformuojantiems žmonėms atsirado *reikalas ką nors pasakyti* vienas kitam. Reikalas susikūrė sau organą: beždžionės neišsivysčiusios gerklos pamažu, bet neabejotinai moduliacijos būdu persitvarkė vis tobulesnei moduliacijai, ir burnos organai palengva išmoko tarti artikuliuotus garsus vieną po kito...

Iš pradžių darbas, o paskui ir kartu su juo kalba buvo du svarbiausieji veiksniai, kurių veikiamos beždžionės smegenys galėjo palaipsniui pavirsti žmogaus smegenimis, kurios, nors ir labai panašios į beždžionės smegenis, yra už jas kur kas didesnės ir tobulesnės. Toliau besivystant smegenims, lygiagrečiai vystėsi artimiausi jų įrankiai — jutimo organai...

Dėl rankos, kalbos organų ir smegenų bendro veikimo, ne tiktai gyvendami atskirai, bet taip pat ir visuomenėje, žmonės įgavo sugebėjimą atlikti vis sudėtingesnius veiksmus, užsibrėžti ir pasiekti vis aukštesnius tikslus. Pats darbas darėsi iš kartos į kartą vis įvairesnis, tobulesnis, daugiapusiškesnis. Prie medžioklės ir gyvulininkystės prisidėjo žemdirbystė, paskui verpimas ir audimas, metalų apdirbimas, puodų žiedimas, laivininkystė. Greta prekybos ir amatų pagaliau atsirado menas ir mokslas; iš genčių susidarė nacijos ir valstybės. Išsivystė teisė ir politika, o kartu su jomis fantastiškas žmogaus būties atspindys žmogaus galvoje — religija...

Trumpai tariant, gyvulys tik *naudojasi* išorine gamta ir daro joje pakitimų vien tik savo buvimu, o žmogus savo daromais pakitimais priverčia ją tarnauti savo tikslams, *valdo* ją. Ir tai yra paskutinis esminis žmogaus skirtumas nuo kitų gyvulių, ir šitą skirtumą taip pat sukelia darbas.

Tačiau per daug nesidžiaukime savo laimėjimais prieš gamtą. Už kiekvieną tokį laimėjimą ji mums keršija. Tiesa, kiekvienas toks laimėjimas pirmiausia duoda pasekmių, kokių mes tikėjomės, bet anksčiau ar vėliau jo padariniai esti visai kitokie, mūsų nenumatyti, dažnai niekais paverčiantys pirmųjų pasekmių reikšmę. Žmonės, kurie Mesopotamijoje, Graikijoje, Mažojoje Azijo-

je ir kitur kirto miškus, norėdami įsigyti ariamos žemės, nė nesapnavo, kad tuo jie padėjo pagrindą toms šalims virsti šiandien dykumomis, nes kartu su miškais jie atėmė iš jų drėgmės kaupimosi ir išsilaikymo centrus.

F. Engelsas. Darbo vaidmuo beždžionės sužmogėjimo procese. Vilnius, 1975. p. 3—14.

Žmogaus genealogija

Apie žmogaus senumą

Paskutiniu metu kai kurie geriausieji mūsų gamtos tyrinėtojai grįžo prie pažiūros, kurią pirmasis skelbė Linėjus, tokios nuostabios savo įžvalgumu, ir priskyrė žmogų, kaip ir keturrankius, tam pačiam vadinamajam primatų būriui. Mes turėsime pripažinti, kad ši išvada teisinga, pirma, jeigu prisiminsime ką tik pareikštas pastabas apie palyginti nedidelę žmogaus smegenų smarkaus vystymosi reikšmę klasifikacijai, ir atsižvelgsime į tai, kad aiškius žmogaus ir keturrankių kaukolės skirtumus... tikriausiai nulėmė skirtingas smegenų išsivystymas. Antra, mums reikia prisiminti, kad beveik visi likusieji bei svarbiausieji žmogaus ir keturrankių skirtumai, matyt, yra prisitaikomojo pobūdžio ir priklauso daugiausia nuo vertikalios žmogaus laikysenos; tokie yra, pavyzdžiui, jo rankos, kojos ir dubens sandara, stuburo išlinkimai ir galvos padėtis...

Siauranosės ir plačianosės beždžionės panašios daugeliu požymių, ir dėl to jos neginčytinai priklauso vienam būriui. Daugybė požymių, kurie yra bendri vienoms ir kitoms, vargu ar galėjo būti įgyti nepriklausomai tokios gausybės įvairių rūšių; vadinasi, šie požymiai turėjo būti paveldimi. Nėra jokios abejonės, kad senovinė forma, turėjusi, viena, daugelį ypatybių, bendrų siauranosėms ir plačianosėms, antra, daugelį pereinamųjų požymių ir pagaliau nedaugelį ypatybių, kurių neturi nė viena šių dviejų grupių, būtų kokio nors gamtininko, ėmusio ją apibūdinti, priskirta beždžionėms. Kadangi žmogus genealoginiu požiūriu priklauso Senojo pasaulio siauranosėms beždžionėms, turime padaryti išvadą, nors ir kaip prieštarautų mūsų išdidumas panašiai išvadai, kad senoviniai mūsų protėviai būtų visiškai pagrįstai priskirti šiai grupei. Tačiau neturime klysti, manydami, kad visos beždžionių grupės, neišskiriant nė žmogaus, senovinis protėvis buvo tapatingas arba netgi tik artimai panašus į kokią nors iš dabar egzistuojančių beždžionių.

...Labai natūralus, žinoma, mūsų noras sužinoti, kur buvo žmogaus protėvynė tuo jo vystymosi laikotarpiu, kai mūsų protėviai divergavo nuo bendro siauranosių kamieno. Tas faktas, kad jie priklausė šiam kamienui, aiškiai rodo, jog jie gyveno Senajame pasaulyje, o ne Australijoje ar kokioje nors van-

denyno saloje, ką galima konstatuoti, remiantis geografinio pasiskirstymo dėsniais. Bet kurioje didesnėje Žemės srityje dabar gyvenantys žinduoliai būna labai panašūs į tos pačios srities išnykusias rūšis. Todėl greičiausiai Afrikoje iš pradžių apsigyveno dabar išnykusios beždžionės, labai artimos gorilai ir šimpanzei, o kadangi šios dvi rūšys dabar yra artimiausi žmogaus giminaičiai, tai prielaida, kad senoviniai protėviai gyveno Afrikos, bet ne kuriame kitame žemyne, darosi iki tam tikro laipsnio įtikima...

Didelis tarpas organinėje grandinėje tarp žmogaus ir artimiausių jo giminaičių, tarpas, kurio negali užpildyti nė viena išnykusi arba gyvenanti rūšis, dažnai buvo pateikiamas kaip rimtas prieštaravimas nuomonei, kad žmogus yra kilęs iš kurios nors žemesnės formos. Tačiau šis prieštaravimas neturės ypatingos reikšmės tiems, kas dėl bendrų samprotavimų tiki bendru evoliucijos principu. Tarpų nuolatos pasitaiko visose organinės grandinės dalyse...

...Kiekvienas evoliucionistas sutiks, kad penkios pagrindinės stuburinių klasės, būtent žinduoliai, paukščiai, ropliai, varliagyviai ir žuvys — visos yra kilusios iš vieno pirminio tipo, nes visi jie turi daug bendra, ypač gemalo būklėje. Kadangi žuvų klasė yra žemiausias sandaros laipsnis ir atsirado anksčiau už kitas, tai galime daryti išvadą, kad visi stuburinių viešpatijos nariai yra kilę iš kokio nors panašaus į žuvį gyvūno. Prielaida, kad gyvūnai, tokie skirtingi, kaip beždžionė, drambly s, kolibris, gyvatė, varlė, žuvis ir t. t., galėjo visi atsirasti iš vieno protėvio, atrodys siaubinga tiems, kurie nesusipažinę su naujausiais gamtos istorijos poslinkiais. Iš tikrųjų pagal tokią pažiūrą iš pradžių egzistavo tarpinės grandys, glaudžiai siejusios vieną su kita visas šias dabar tokias skirtingas formas.

Vis dėlto tikėtina, kad grupės gyvūnų, glaudžiau ar ne taip glaudžiai siejančių gausias stuburinių klases, gyveno arba gyvena iki šiol...

...Jeigu dabar pažvelgsime į žmogų tokį, koks jis yra, tai, kaip man atrodo, iki tam tikro laipsnio, nors ir nepakankamai nuosekliai laiko atžvilgiu, galėsime atkurti daugelio periodų mūsų senovinių protėvių sandarą. Tai gali būti padaryta, nagrinėjant rudimentus, kurių žmogus dar turi išlikusių, požymius, kurių kartais jam atsiranda reversijos keliu, ir taikant morfologijos bei embriologijos principus. Įvairūs faktai, kuriais čias remiuosi, buvo jau pateikti ankstesniuose skyriuose.

Senoviniai žmogaus protėviai buvo, be jokios abejonės, kadaise apaugę plaukais, ir abi lytys turėjo barzdas; jų ausys buvo smailios ir galėjo judėti, o kūnas turėjo uodegą su jai priklausančiais raumenimis. Jų galūnės ir liemuo judėjo, veikiami daugelio raumenų, kurie (dabartiniam žmogui) atsiranda tik atsitiktinai, bet keturrankiams yra normalus reiškinys. Pagrindinė arterija ir žasto nervas tuo metu ėjo pro žastikaulio angą. Žarnos sudarė

dar didesnį akliną maišą — coecum, negu dabartinio žmogaus. Koja, sprendžiant pagal gemalo nykščio formą, buvo tuo metu griebimo [organas]. Mūsų protėviai, be jokios abejonės, pagal gyvenimo būdą buvo medžių gyvūnai ir gyveno kurioje nors šiltoje miškingoje šalyje. Patinai turėjo dideles iltis, kurios buvo grėsmingas ginklas. Dar ankstesniu laikotarpiu gimda buvo dviguba, išmatos išskiriamos pro kloaką ir akys apsaugotos trečiuoju voku, arba mirkšėjimo plėvele. Dar anksčiau žmogaus protėviai pagal gyvenimo būdą turėjo būti vandens gyvūnai, nes morfologija aiškiai rodo, kad mūsų plaučiai susidarę iš pasikeitusios plaukiojamosios pūslės, kažkada buvusios hidrostatiniu aparatu. Plyšiai žmogaus gemalo kakle rodo ankstesnę žiaunų padėtį. Mėnesio ar savaitės laikotarpiais pasireiškiančios kai kurios kūno funkcijos, matyt, tai išlikęs mūsų pirmykštės tėvynės — jūros pakrantės, plaunamos potvynių, atgarsis... Šie senoviniai žmogaus protėviai, kuriuos įžiūrime tamsioje praėjusių amžių glūdumoje, turėjo būti tokios pat paprastos sandaros, kaip ešmutis.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953, p. 260, 264—270.

„Žmogaus“ sąvoka

„Žmogaus“ sąvoką ir „hominidų“ terminą galima taikyti tik stambiems labai išsivysčiusiems dvikojams pitekoidiniams primatams, reguliariai gaminantiems akmeninius ir kitokius įrankius kolektyve ir juos naudojantiems kasdieninėje darbinėje veikloje, apsirūpinant maistu, ginantis nuo priešų...

Dabartiniai antropoidai neperžengia ribos tarp žmogaus ir gyvūnų, nors, kaip ir kai kurios žemesniosios beždžionės (kapucinas, makaka), išimties tvarka atlieka gamtoje paprastus veiksmus; eksperimento sąlygomis jos parodo įvairesnius sugebėjimus naudoti daiktus kaip įrankius.

Todėl galima manyti, kad įrankių naudojimas turėjo būti biologiškai naudingesnis plioceno epochos dvikojams antropoidams, gyvenusiems atviroje nesvetingoje vietovėje. Naudoti įrankius, gresiant išnykimui, ėmė tik nedaugelis jų rūšių, pavyzdžiui, australopitekai. Dalis jų galėjo net pradėti gaminti paprasčiausius įrankius. Tačiau beždžionėms šis užsiėmimas labai įkyrus ir neįprastas. Paprastai jis netapdavo pastoviu, ir sekančios kartos jo negalėdavo paveldėti. Taigi nesėkmingi bandymai sužmogėti grąžindavo labai išsivysčiusius dvikojus antropoidus atgal į gyvūnų būklę... Vadinasi, riba buvo ne linija, bet savotiška zona, kurią galiausiai peržengė tik viena — plastiškiausia labiausiai išsivysčiusių sausumos antropoidų rūšis: tad ji ir įsitvirtino visam laikui darbinėje visuomeninėje veikloje, o visos kitos jų rūšys išnyko.

М. Ф. Нестурх. «Вопросы антропологии», вып. 19, 1965, p. 14—15.

Žmogaus protėvynė

...Nustatydami artimiausius žmogaus protėvius, jų sandaros ir gyvenimo būdo ypatumus, gamtinę aplinką, hominizacijos veiksnius ir tolimų antropogenezės etapų chronologinius rėmus, neišvengiamai susiduriame su būtinumu ieškoti žmogaus protėvynės...

...Pirminė žmonijos protėvynė plytėjo Pietų Azijoje, apimdama dalį šiaurės rytų Afrikos ir galbūt kai kurias Pietrytėių Europos sritis.

...Protėvynės arealas... greičiau apima maksimumą ploto, kuriame gyveno protėvinė hominidų rūšis. Spėjama, kad šiame areale gyveno ir kitos artimai giminingos antropoidų, taip pat ir dvikojų rūšys.

O faktinė žmonijos protėvynės sritis buvo tikriausiai mažesnė, siauresnė...

Reikia manyti, kad protėvinės rūšies ne kiekvienas porūšis galėjo imtis tokio neįprasto ir sunkaus beždžionėms darbo, kaip pačių paprasčiausių įrankių gaminimas. Remdamiesi faktinių duomenų visuma, manome, kad protėvinis porūšis, o tuo pačiu ir pirminė žmonijos protėvynė buvo Pietų Azijoje. Nėra abejonės, kad nauji iškastinių antropoidų ir hominidų atradimai kartu su archeologijos pasiekimais vis labiau nušvies šią sunkią ir sudėtingą problemą.

«У истоков человечества», отв. ред. В. П. Якимов. Изд-во МГУ, 1964, р. 7, 29.

Žmogaus protėvių mąstymo formavimasis

Žmogiškojo mąstymo formavimasis iš gyvūnų aukštosios nervinės veiklos tapo pagrindine antropogenezės linija. Antropogenezė prasidėjo, ėmus vystytis į australopitekus panašių beždžionių rūšims; šios beždžionės vaikščiojo dviem kojomis ir sistemingai naudojo kaip įrankius lazdas, akmenis ir kaulus. Jos sėkmingai išgyveno psichinio ir morfologinio prisitaikymo naudoti natūralius „įrankius" vystymosi stadiją ir tokiu būdu pamažu virto žmonėmis, gaminusiais paprasčiausius darbo įrankius iš medžio, kaulo ir akmens. Primityvi seniausiųjų hominidų logika, tobulėdama, formuojantis protingiems žmonėms, pasiekė palyginti labai aukšto išsivystymo lygio. Išvardytieji faktai ir samprotavimai leidžia teigti, kad pagrindiniai prasidėjusio primatų evoliucijoje antropogeninio periodo biologiniai požymiai yra jų prisitaikymo dirbti rodikliai. Ši švada nešvengiama, jeigu antropogenezę laikome ir kaip aukštesniųjų gyvūnų sugebėjimo mąstyti bei tobulinti mąstymo formas tam tikromis istorinės raidos pakopomis nuosekliu vystymusi.

Ten pat, p. 49.

Australopitekai

Australopitekų atradimas yra vienas didžiausių pastarojo laikotarpio atradimų... Pagal smegenų dėžės ir veido kaulų proporcijas galima nustatyti, kad išsivystymo lygiu jie tik nežymiai skiriasi nuo dabartinių žmogbeždžionių rūšių. Atskiri kaukolės ir galūnių kaulų, taip pat dantų požymiai, būdingi dabartinėms ir iškastinėms žmogbeždžionėms, derinasi su daugeliu jų požymių, artimų hominidams, tai yra tai šeimai, kuriai priklauso ir dabartiniai žmonės. Krūtinės ląstos, galūnių ir dubens sandara rodo, kad australopitekai vaikščiojo beveik išsitiesę. Ugnies jie dar nežinojo. Kai kurių specialistų nuomone, australopitekai tik atsitiktinai naudojosi užmuštų gyvūnų kaulais kaip įrankiais ar ginklais. Gyveno jie Pietų Afrikoje maždaug prieš 900—400 tūkstančių metų.

Australopitekų, nors jie ir nėra tiesioginiai žmogaus protėviai, reikšmė evoliucijos istorijai, be abejonės, labai didelė. ...grupė žmonių plačiausia šio žodžio prasme (t. y. hominidų šeima) jau seniai atsiskyrė nuo beždžionių, tačiau iš pradžių ji ryškiau nesiskyrė nuo dabartinių žmogbeždžionių grupės. Paskui nuo šios grupės atsiskyrė šaka, kuriai, matyt, ir atstovauja Pietų Afrikos australopitekai; ši šaka vystėsi daugmaž lygiagrečiai su žmogbeždžionių grupe. Pirmoji grupė nuo pastarosios skyrėsi vertikalia kūno padėtimi vaikščiojant ir trumpesnėmis iltimis. Kažkurioje labai ankstyvoje stadijoje nuo australopitekų atsiskyrė kita šaka, kuri toliau vystėsi savaip, pirmiausia mažėjant dantims ir didėjant smegenims, ir tapo dabartiniu žmogumi.

И. Аугуста. Великие открытия. М., «Мир», 1967, p. 30—31.

Australopitekų santykių su aplinka pakitimas

Australopitekai, ypač išvystę „įrankių" gaminimo ir „konstrukcinę" veiklą, menkai teparodomą šiuolaikinių beždžionių, naudodami pagalbinius daiktus, pasiekė labai aukšto gana savotiškų santykių su aplinka lygio. Bet tai buvo viena iš biologinės adaptacijos formų, neišvedusi australopitekų primatų už organizmų evoliucijos gamtinių dėsningumų ribų. Galima manyti, kad tiesioginių žmogaus pirmtakų „įrankių" gaminimo ir „konstrukcinės" veiklos apimtis buvo ne mažesnė, bet tikriausiai didesnė, negu mums žinomų australopitekų primatų, ir ši veikla buvo įvairesnė. Čia dar reikia pridėti didžiulį patyrimą pažinti naudingąsias savybes įvairių gamtoje randamų daiktų, sukauptų, sistemingai juos naudojant, ankstesnės evoliucijos laikotarpiu, taip pat ir pasireiškusius šių savybių abstrahavimo pradus. Tai leido ieškoti kitų daiktų, turinčių panašių naudingų savybių, dar daugiau plečiant pažintį su aplinkiniu pasauliu, ir

pagaliau, tuo remiantis, dirbtiniu būdu suteikti gamtiniams daiktams reikalingas savybes, juos pakeisti, t. y. gaminti įrankius. O tai buvo žmogaus protėvių išsivadavimo iš vien biologinių evoliucijos veiksnių įtakos pradžia. Būtybėms, peržengusioms šį slenkstį, atsivėrė beveik neribotos galimybės nugalėti dėsningai atsiradusius prieštaravimus tarp tolesnio jų evoliucinio vystymosi būtinybės ir sąlyginai ribotų natūralių gyvo organizmo potencijų. Darbo įrankių gaminimas ir nuolatinis jų tobulinimas buvo vėlesnio seniausiųjų hominidų biologinio klestėjimo ir plačios teritorinės ekspansijos pagrindiniai veiksniai. Nuo šio momento pradeda iš tikrųjų vystytis žmogus, vis labiau veikiamas darbo, kaip pagrindinės antropogenezės varomosios jėgos.

«У истоков человечества», отв. ред. В. П. Якимов. Изд-во МГУ, 1964, p. 73—74.

Australopitekų progresyviosios evoliucijos bruožai

Seniausiųjų žmonių protėvis buvo tikriausiai morfologiškai artima Afrikos australopitekams aukštesniųjų dvikojų beždžionių rūšis; šių beždžionių individo ryšiai su natūraliais daiktais, naudotais kaip įrankiais, natūraliosios atrankos eigoje pasidarė ypač tvirti, o veiksmai, naudojantis jais,— įvairaus ir kryptingo pabūdžio.

Tuo pačiu metu antras labai svarbus antropoidinių žmogaus protėvių progresyviosios evoliucijos bruožas buvo aukšto labilumo laipsnio nervų sistemos formavimasis, išlaikant didelį fiziologinį jos pastovumą, leidžiantį pakankamai pilnai realizuoti nervinių procesų eigą ir toliau vystyti jos lankstumą.

Tiesioginių žmogaus protėvių sudėtingiems sąlyginiams refleksiniams ryšiams su naudojamais aplinkos daiktais stiprinti ir plėsti, matyt, nemažą reikšmę turėjo tai, kad šie antropoidai pradėjo vartoti ir gyvulinės kilmės maistą, o dėl to galėjo ir labiau plisti, nes, viskuo maitinantis, geriau sekėsi naudotis įvairia gamtine aplinka.

Toliau plėtodami sistemingą „įrankių" gaminimo ir „konstrukcinę" veiklą, žmogaus protėviai perėjo nuo paprasto daiktų naudojimo prie jų pirminio apdirbimo, siekdami gauti tam tikrą ir tikslingai įformintą objektą, vadinasi, atsirado pradinės darbo formos. Tai toks momentas, kada, vystantis organiniam pasauliui, buvo didžiausias laipsniškumo pertrūkis — perėjimas nuo antropoidinių žmogaus protėvių stadijos į „besiformuojančio žmogaus" stadiją — pirmąją pačios antropogenezės proceso stadiją.

Ten pat, p. 79—80.

„Sumanusis žmogus“ iš Oldovajaus tarpeklio

...Dar 1959 m., vykdydamas kasinėjimus Oldovajaus tarpeklyje, Lykis surado nemažą į beždžionę panašios būtybės kaukolės dalį ir grubius paleolito kultūros akmeninius įrankius. Ši būtybė buvo pavadinta zindžantropu („zindž“ — senas arabiškas Rytų Afrikos pavadinimas ir „antropos“ — žmogus). Remiantis kalio-argono analize, nustatyta, kad šio radinio amžius yra 1 750 000 metų. Kaukolės ir dantų sandara zindžantropas pasirodė labai panašus į kai kurias Pietų Afrikos australopitekų rūšis...

Kitais, 1960 metais, L. Lykis, kasinėdamas tą pačią vietovę, sluoksnyje, slūgsančiame 2 pėdomis giliau už tą, kuriame gulėjo zindžantropo kaulai, rado apatinio žandikaulio nuolaužą, du viršugalvio kaulus ir jaunos būtybės plaštaką. Netrukus tame pačiame horizonte netoli pirmojo radinio buvo rasti suaugusios būtybės plaštakos, pėdos kaulai ir raktikaulis. O kiek vėliau L. Lykis aptiko keletą dantų, kaukolės nuolaužas ir blauzdos kaulus tame pačiame sluoksnyje, kuriame 1959 m. gulėjo zindžantropo liekanos. Iš pradžių ši nauja būtybė buvo pavadinta sąlyginai „prezindžantropu“ (t. y. zindžantropo pirmtaku), nes jo kaulai buvo rasti senesniame horizonte, negu zindžantropo liekanos...

...Jo smegenų tūris, siekiantis 685 cm^3, didesnis, negu australopitekų (zindžantropo — 530 cm^3), bet kartu 90 cm^3 mažesnis, negu minimalus pitekantropo smegenų tūris (775 cm^3). Pagal kai kurias kaukolės ir dantų anatomines ypatybes „prezindžantropas“ taip pat „žmogiškesnis“ už australopitekus, bet primityvesnis už pitekantropą.

Tačiau labiausiai domina šios būtybės plaštaka ir pėda. Pirma, todėl, kad iki mūsų neišliko nei pitekantropo, nei sinantropo šių griaučių dalių, o, antra, todėl, kad tai apčiuopiamiausi iškastinės žmogbeždžionės priartėjimo prie žmogaus rodikliai. Pasirodė, kad plaštaka, be beždžioniškųjų ypatybių (didelio masyvumo, pirštikaulių kreivumo ir kt.), turi ir tokių grynai žmogiškų ypatybių, kaip platūs ir tvirti galiniai pirštikauliai. Kai dėl pėdos, tai ji dauguma anatominių ypatybių labai panaši į žmogaus ir labai ryškiai skiriasi nuo beždžionės pėdos. Šitai neginčytinai liudija, kad ši būtybė vaikščiojo stačia.

Atsižvelgdami į visa tai, mokslininkai padarė labai svarbią išvadą, kad „prezindžantropas“ negali būti priskirtas prie australopitekų, o turi užimti savo vietą tarp seniausiųjų žmogaus genties atstovų. Lemiamu tokios išvados argumentu jie laiko daugybę įrankių, aptiktų visuose horizontuose, kuriuose buvo šios būtybės kaulų liekanų. Tai... labai grubūs kertamieji įrankiai, kurie, archeologų nuomone, vartoti anksčiau už šelinius rankinius kirtiklius, būdingus pitekantropų ir sinantropų epochai, ir buvo patys pirmieji dirbtiniai įrankiai žmonijos kultūros

istorijoje. Šie įrankiai yra plokšti aštrios formos akmenys, keturiais ar penkiais smūgiais apskaldyti iš abiejų pusių.

Kaip tik tuo remdamiesi, L. Lykis ir jo kolegos nusprendė naujai atrastąją iškastinę būtybę pavadinti Homo habilis („sumaniojo žmogaus“) rūšimi...

L. Lykio atradimai atskleidė mįslingos paleolito kultūros „paslaptį“, parodė, kad jos kūrėjai buvo pirmosios Žemėje žmogiškosios būtybės, vos peržengusios slenkstį, skyrusį jas nuo žmogbeždžionių.

Pagaliau atradimai Oldovajaus tarpeklyje dar kartą patvirtino kai kurių tarybinių ir užsienio tyrinėtojų spėliojimus, kad pirmieji žmonės Žemėje morfologiniu atžvilgu beveik nesiskyrė nuo iškastinių žmogbeždžionių. Riba tarp jų buvo ne anatominė sandara, o pirmosios sąmonės prošvaistės, kurios pasireiškė sugebėjimu gaminti pačius primityviausius darbo įrankius.

М. И. Урысон. У колыбели человеческого рода. «Природа», 1965, № 2, р. 60—61.

Kas jis, „sumanusis žmogus“

...Dabartinėmis mūsų žiniomis, antropogenezės procesas praėjo kelias, palyginti gerai viena nuo kitos atsiribojusias stadijas: 1 — beždžionių pirmtakų, arba ikihominidinę; 2 — prieššmogių, arba australopitekų; 3 — seniausiųjų žmonių, arba pitekantropų; 4 — senovinių žmonių, arba neandertaliečių; 5 — presapientinę ir 6 — dabartinio žmogaus...

...Lykis teigia, kad žemutinio pleistoceno pabaigoje ir vidurinio pleistoceno pradžioje Rytų Afrikoje tuo pačiu metu gyveno dvi atskiros hominidų šakos — australopitekai, kuriems atstovauja zindžantropai, ir tikrieji hominidai, kuriems atstovauja seniausiasis žmogus, gaminęs akmeninius įrankius.

Mūsų nuomone, kalbama apie formas, kurios skyrėsi nevienodais evoliucijos tempais, be to, *Homo habilis* — daug progresyvesnė forma, esanti arčiau sekančios evoliucijos stadijos ir užimanti tarpinę padėtį tarp australopitekų ir pitekantropų. Tačiau formaliai *Homo habilis* reikia priskirti prie australopitekų ir nagrinėti kaip progresyvesnę ir vystymusi toli į priekį pažengusią formą...

Nėra reikalo *Homo habilis* išskirti į specialią stadiją, nors jis skiriasi, galimas daiktas, tobulesniu, palyginti su australopitekais, ne tik morfologiniu, bet ir socialiniu išsivystymu. Žinoma, reikia turėti kantrybės ir palaukti, kol susikaups daugiau patikimų duomenų apie šią aukštesniųjų primatų iškastinę formą...

Pasaulio antropologai dabar gyvai diskutuoja apie naujausią Luiso Lykio radinį. Kam priskirti aptiktus prezindžantropo arba, kaip jį pavadino radėjas, „sumaniojo žmogaus“ iš Oldovajaus tarpeklio kaulų fragmentus? Labiausiai domina kairiosios

pėdos kaulai; sprendžiant pagal jų ypatybes, ši būtybė tikriausiai galėjo geriau vaikščioti dviem kojomis, negu, pavyzdžiui, įvairios senųjų australopitekų rūšys — Pietų bei Rytų Afrikos dvikojės beždžionės.

Tačiau, kaip teigia dauguma tarybinių antropologų, šito dar maža paskelbti, kad prezindžantropas buvo neabejotinas žmogus, ir dar „sumanusis". Juk jo galvos smegenys buvo nedidelės (apie 650 cm^3, jeigu ne mažesnės), o išsivystymo laipsniu jis irgi dar nebuvo peržengęs ribų, būdingų a u s t r a l o p i t e k i n ė m s b e ž d ž i o n ė m s, prie kurių greičiausiai ir reikėtų priskirti prezindžantropą. O seniausieji žmonės, panašūs į Javos pitekantropą, turėjo didesnes galvos smegenis (900—1000 cm^3), nekalbant jau apie sinantropus, pasiekusius maksimumą — 1 200 cm^3.

Ir vargu ar galima šiek tiek, tariamai apdorotus akmenis arba apvalius upių akmenėlius, rastus netoli prezindžantropo kaulų, laikyti jo padarytais įrankiais. Jie nedaug nuskaldyti, nuoskilos atsitiktinio pobūdžio. Jos galėjo būti padarytos netyčiomis, bandant užmušti driežą ar kokį nors kitą smulkų gyvūną, persekiojant grobį akmeningame plote, bet ir tai abejotina.

Доктор Е. В. Ангелов, М. Ф. Нестурх. Homo habilis или «Человек умелый». «Природа», 1967, № 4, p. 47—49, 50.

Seniausieji žmonės — pitekantropai

Netgi labiausiai išsivysčiusios beždžionių rūšys skiriasi nuo dabartinio žmogaus kitokiu rankų ir kojų išsivystymu ir kitomis proporcijomis, kitokiu kaukolės veidinės ir smegeninės dalies išsivystymu ir kitomis proporcijomis, gerokai mažesniu smegenų tūriu ir daugeliu kitų ypatybių. Šie skirtumai neleidžia manyti, kad sužmogėjimo procese buvo tiesiog betarpiškai pereita nuo iškasamųjų žmogbeždžionių prie dabartinio žmogaus. Turėjo būti kažkokios tarpinės būtybės, stovėjusios tarytum pusiaukelėje tarp beždžionių ir dabartinio žmogaus ir fizinėje sandaroje turėjusios ir beždžionės, ir žmogaus požymių.

Tokios būtybės liekanų 1891 ir 1892 metais rado Eugenijus Diubua Javos saloje, netoli Trinilio. Šios liekanos yra žinomojo pitekantropo (beždžionžmogio). Iš pradžių Diubua surado tik viršugalvio kaulą, du krūminius dantis ir šlaunikaulį. Tačiau dabar po daugelio metų trukusių tyrinėjimų, kuriuos Javoje atliko Kionigsvaldas ir kiti mokslininkai, žinomi ne mažiau kaip septynių pitekantropo būtybių kaulai. Jų tyrimai leido sudaryti gana pilną vaizdą apie pastarojo fizinę sandarą.

П. И. Борисковский. Древнейшее прошлое человечества. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, p. 26.

Sinantropas

...Pitekantropas labai įdomus ir todėl, kad jo viršugalvis turi, be kaktos antelių, dar ir kitų panašumo į šimpanzės kaukolę bruožų, kaip, pavyzdžiui, labai išsivysčiusį antakių velenėlį ir susiaurėjusią kaukolę už kaktos antelių. Tačiau pastebime, kad pitekantropo kaukolė daug didesnė, negu šimpanzės. Atitinkamai didesnis ir pitekantropo smegenų dėžės tūris, siekiantis maždaug 900 cm^3, o šimpanzės jis yra tik 350—400 cm^3...

...Darvino mokslo šalininkai, remdamiesi gana dideliu pitekantropo galvos smegenų išsivystymu, manė esant visiškai tikra, kad jis vartojo įrankius. Šią prielaidą netiesiogiai patvirtina tai, kad toje pačioje Sangirano srityje, kur buvo rastos II,III ir IV pitekantropų kaukolių dalys, beveik tokio pat senumo sluoksniuose Kionigsvaldui 1939 m. pavyko aptikti keletą labai grubių akmeninių įrankių, iš jų vieną, panašų į rankinį kirtiklį...

Puikus patvirtinimas, kad rastas pitekantropas, ir kartu vienas didžiausių atradimų antropogenezės srityje yra seniausio kinų žmogaus, arba sinantropo, liekanų aptikimas... Šis žmogus, kaip ir pitekantropas, gyveno pirmoje kvarterinio periodo pusėje, arčiau jo vidurio, priešledyninės epochos pabaigoje.

Sinantropai

Sinantropų išlikusios beveik išimtinai nepilnos kaukolės, žandikauliai, dantys, žastikauliai ir šlaunikauliai. Iš pradžių buvo rasti du viršugalviai. Paskui žandikaulių nuolaužos, o vėliau dar keleto viršugalvių ir kitų kaulų liekanų... Dabar žinomos beveik penkiasdešimt sinantropų būtybių liekanos...

...II sinantropo kaukolės išliko smilkinio kaulai su silpnai išsivysčiusiomis speninėmis ataugomis ir dalis nosies kaulų... Šis sinantropas turėjo turėti plačią plokščią nosį. Kaukolės smegenų ertmės talpa pasirodė esanti 1025 cm^3.

Nedideliais matmenimis ir forma I sinantropo kaukolė labai panaši į pitekantropo. Tačiau sinantropo kaukolės skliautas yra truputį aukščiau, o antakių velenėlis storesnis. Šios ypatybės rodo, kad sinantropas buvo kiek artimesnis sekančio žmogaus vystymosi etapo atstovams, t. y. neandertaliečiams.

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, р. 244—250.

Sinantropų gyvenimo būdas

...Daugybė iš dalies apdegusių maždaug 70 žinduolių rūšių atstovų kaulų rodo, kad sinantropai kolektyviai medžiojo įvairius gyvulius, daugiausia antilopes ir elnius. Norėdami perdaužti ilgus kaulus ir kaukolę, kad galėtų suėsti jų turinį, sinantropai turėjo imti vartoti įrankiais kaulų nuolaužas ir aštrius ragus...

Tačiau bene nuostabiausia yra tai, kad sinantropai reguliariai naudojo ugnį. Pelenų ir smulkių anglių liekanų su jose pasitaikančiomis apdegusiomis šakelėmis rasta gana daug. Vienoje vietoje pelenų sluoksnis su tokiomis liekanomis siekė 7 metrų gylį. Ten buvo rasta apdegusių akmenų ir kaulų.

Matyt, šioje oloje sinantropai gyveno ilgus šimtmečius. Daugelis šių seniausių žmonių kartų praleido joje primityvų gyvenimą, perpildytą didelių sunkumų. Jie slėpėsi oloje nuo darganos ir plėšriųjų žvėrių, išeidavo ieškoti medžiagos įrankiams, bendromis jėgomis oloje ją apdirbinėjo, išlįsdavo iš jos medžioti, atnešdavo mėsą... ir kepdavo ją ant ugnies.

Mėsos ir kitų gyvulinių medžiagų, taip pat kai kurių augalų, kuriuos seniausieji žmonės vartojo maistui, paruošimas, naudojantis ugnimi, be abejonės, juos taip pakeitė, kad maistas pasidarė lengviau įsisavinamas...

Pitekantropai tikriausiai dar nemokėjo naudotis ugnimi; sinantropai jau išmoko tai daryti ir įvaldė šią didžią gamtos jėgą...

Būdas įžiebti ugnį trynimu tikriausiai buvo išrastas po kitų įvairių jos gavimo ir naudojimo būdų, pavyzdžiui: sausas šakas uždegant karšta lava po ugnikalnio išsiveržimo, pagriebiant degančias augalų dalis po miškų ir stepių gaisrų, palai-

kant ugnį įvairių degiųjų medžiagų kūrenimu. Po natūralių gaisrų seniausieji žmonės turėjo rasti apdegusių gyvūnų lavonų, kurių valgomas dalis ir vartojo maistui. Kai kurios naudingos keptos mėsos savybės galėjo būti vienas palankių momentų, vystantis dirbtiniam ugnies naudojimui.

Nėra abejonės, kad pirminių ugnies naudojimo ir gavimo būdų laikotarpis turėjo būti labai ilgas: jo pradžia slypi dar taip mažai žinomo senųjų žmonių gyvenimo gelmėse. Galimas daiktas, kad su ugnimi iš pradžių arčiau susipažinta iš kibirkščių, lekiančių gaminant akmeninius įrankius (Poršnevas, 1955).

...Pitekantropas ir sinantropas gyveno kvarterinio periodo pradžioje dar prieš atšalimą, priešledyniniu laikotarpiu. Gana izoliuotos viena nuo kitos pirmykštės seniausiųjų žmonių bandos gyveno įvairiose gretimose Pietų ir Pietryčių Azijos srityse. Jos turėjo amžininkų Europoje ir Afrikoje, tų senų laikų šelinės ir ašelinės epochos hominidų. Vakarų Europoje žinomas radinys, kuris pagal geologinį amžių yra nepaprastai senas: tai vadinamasis Mauerio žandikaulis...

...Jo sandaroje yra ir žmogaus, ir beždžionės požymių... Būdamas labai stambus ir su nepaprastai plačiomis kylančiomis šakomis, žandikaulis be smakro atsikišimo. Taigi jis labai primityvus ir net gerokai sutampa su pitekantropo ir sinantropo apatiniais žandikauliais. Tačiau dantys visiškai kaip žmogaus, taigi išsivystymu toli pralenkę seniausiųjų žmonių dantis: todėl Mauerio, arba Heidelbergo, iškastinis žmogus yra kiek artimesnis vėliau gyvenusiems neandertaliečiams...

Kaulų liekanų ir seniausiųjų žmonių materialinės kultūros pėdsakų radiniai turi didžiulę reikšmę antropogenezės mokslo plėtotei. Jie patvirtina Darvino mokymą apie žmogaus atsiradimą iš labai išsivysčiusios iškastinės žmogbeždžionės ir Engelso mokymą apie lemiamą darbo vaidmenį jos sužmogėjimo procese.

Ten pat, 260—266.

Senieji žmonės — neandertaliečiai

1886 metais... rasti dviejų žmonių griaučiai, o kartu su jais daugybė titnaginių įrankių... ir daugybė urvinių lokių, mamutų, plaukuotųjų raganosių, stumbrų... kaulų...

...Abeji griaučiai visiškai atitiko neandertaliečių tipą.

И. Августа. Великие открытия. М., «Мир», 1967, p. 80.

Hominidų evoliucijos neandertaliečių stadijai atstovauja daugybė kaulų liekanų, rastų įvairiose Europos, Azijos ir Afrikos vietovėse. Neandertaliečiai gyveno daugiausia senojo ak-

mens amžiaus vidurinėje epochoje... Tokio tipo senovinių žmonių smegenų dėžės talpa nemaža — apie 1400 cm³, tačiau kakta labai nuožulni, o virš akiduobių yra ištisinis antakių velenėlis, panašiai kaip šimpanzių...

Ypač didelę reikšmę turėjo 1908 m. rastos neandertaliečio vyro, kurio amžius 50—55 metai, griaučių liekanos. Griaučiai buvo rasti netoli La Šapel o Seno kaimo (Prancūzijoje) Bufijos uoloje, pačiame giliausiame sluoksnyje.

Jo kaukolė... turėjo visumą ypatybių, būdingų daugumai neandertaliečių:

1) didelį antakių velenėlį ir labai nuožulnią kaktą;
2) tarytum suplotą iš viršaus žemyn pakaušio dalį;
3) horizontalų smilkinkaulio žvyninės dalies kraštą;
4) truputį buką speninę ataugą;
5) plokščius ir atgal pakrypusius skruostikaulius;
6) viršutinius žandikaulius be iltinių duobučių, būdingų dabartinio tipo žmonėms;
7) masyvų apatinį žandikaulį be smakro atsikišimo.

Tačiau šios kaukolės smegenų dėžės talpa labai didelė, maždaug 1600 cm³, o tai gerokai prašoka vidutinę neandertaliečių kaukolių talpą.

Taigi galvos smegenų dydžiu neandertaliečiai nenusileido dabartiniam žmogui... Tačiau jų kaktos dalys buvo nedidelės, o smegenys daug kuo panašios į žmogbeždžionių smegenis...

Daugybė neandertaliečių kaulų liekanų radinių leidžia susidaryti bendrą supratimą apie dabartinio žmogaus tipo pirmtakus. Jie buvo neaukšto ūgio, vidutiniškai apie 160 cm. Rankos, palyginti su kojomis, buvo kiek trumpesnės, negu dabartinio europiečio.

Neandertaliečio apatinių galūnių ilgųjų kaulų sandara rodo, kad jų kojos dar nebuvo visiškai gerai išsitiesusios per kelio sąnarį. Tikriausiai jų eisena buvo gana nevikri; tai rodo kai kurios kitos kūno ypatybės. Pavyzdžiui, neandertaliečio nežymūs stuburo išlinkimai, kurie tokie būdingi dabartinio tipo žmonėms.

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, р. 273—277.

Neandertaliečų artimumas dabartiniams žmonėms

1938 m. vasarą archeologas A. Okladnikovas, kasinėdamas Tešik Tašo olą netoli Baisuno miesto Pietų Uzbekijoje..., aptiko mustjerinės epochos akmeninių įrankių ir ne visus 8—9 metų vaiko griaučius... Ten pat jis rado laužaviečių liekanas, taip pat daugybę kalnų ožių, kuriuos, matyt, medžiojo Tešik Tašo neandertaliečiai, kaulų ir ragų...

Tešik Tašo vaiko radinys turi pasaulinę reikšmę. Jis rodo, kad neandertaliečiai gyveno maždaug prieš šimtą tūkstančių metų

Azijos žemyno gilumoje panašiomis į dabartines aplinkos sąlygomis...

Prie iškastinių žmonių, kurių kūno sandaroje galima įžvelgti pereinamųjų į dabartinio žmogaus tipą bruožų, priklauso Palestinos neandertaliečiai. Nuo 1931 iki 1936 metų Palestinoje, netoli Haifos ir Atlito miestų, Schulo ir Tabuno olose Karmelo kalnų šlaituose buvo rasta beveik dvidešimt neandertaliečių būtybių kaulų liekanų, jų tarpe ir vaiko griaučiai...

Griaučių liekanos iš Schulo olos forma ir sandara yra toks neandertaliečių ir kromanjoniečių bruožų mišinys, kokio iki šiol dar nepavyko pamatyti...

Neandertaliečiai

Svarbus anatominis neandertaliečių skirtumas yra tas, kad jie neturi smakro išsikišimo. Tačiau kaip tik palestiniečių matyti perėjimas nuo neturinčių smakro atsikišimo į jau turinčius jį: šiuos žmones, turinčius tokius sumišusius dabartinio žmogaus ir neandertaliečio požymius, reika laikyti pereinamąja forma. Kadangi dabartinio žmogaus bruožų jie turi netgi daugiau, kai kurie tyrinėtojai pareiškė nuomonę, jog palestiniečiai — pirmieji tikrieji žmonės, patys seniausieji protingojo žmogaus rūšies atstovai.

Šiaip ar taip palestiniečių radimas — vienas įžymiausių įvykių antropogenezės srityje per pastaruosius dešimtmečius. Jis tolygus neandertaliečių radimui Javos saloje arba net seniausio kinų žmogaus — sinantropo — atradimui. Svarbu ir tai, kad ši pereinamoji forma surasta Palestinoje — Azijos, Europos ir Afrikos žemynų sandūroje, be to, ji turi panašumų ne tik su neandertaliečiais, bet ir su Europos kromanjoniečiais...

Pagal fizinį tipą neandertaliečiai... galėjo būti dabartinės žmonijos pirmtakai ir protėviai. Na, ir sunku įsivaizduoti kitą dabartinio žmogaus tipo atsiradimo kelią.

Ten pat, p. 283, 285, 293, 296—300.

Neandertaliečių gyvenimo būdas

Daugelis neandertaliečių gyveno olose, kurios ledynų epochoje saugojo juos nuo šalčio. Kartu su neandertaliečių liekanomis mokslininkai dažnai rasdavo urvinių lokių, liūtų, hienų kaulų. Tai rodo, kad žmogus kovojo su plėšriaisiais žvėrimis dėl būsto. Kitų žvėrių, iš jų ir tokių stambių, kaip mamutas ir raganosis, liekanos rodo medžioklės intensyvumą...

Užmušę gyvūną, neandertaliečiai perpjaudavo odą akmeniniais įrankiais, nuimdavo jais mėsą nuo kaulų, perkirsdavo ilguosius kaulus ir išimdavo iš jų maistingus kaulų čiulpus, o iš kaukolės išlupdavo galvos smegenis. Mėsą valgė žalią arba iškepdavo ant laužo. Gyvulių kailiais neandertaliečiai tikriausiai apsidengdavo kūną ir naudojosi jais kaip paklotais...

...Toliau vyko pasiskirstymas darbu, ir labiausiai prityrę medžiotojai išsiskirdavo kaip vadovaujantys pirmykštės bandos nariai...

Akmeniniai neandertaliečių įrankiai... buvo jau įvairesni, be to, jie geriau apdirbami, negu ankstesnėse kultūrinėse epochose...

Senovinių įrankių forma ir dydis neretai leidžia gana tiksliai nustatyti jų vartojimo būdą. Įrankių randama kartais gana daug kartu su skersai ir išilgai suskaldytais gyvulių kaulais, laužaviečių liekanomis, su žmonių kaulais. Senovinių žmonių įrankiai ir kiti jų veiklos požymiai leidžia padaryti svarbias

Neandertaliečio laidojimas

išvadas apie šių žmonių gyvenimo būdą, apie jų visuomeninio ir ekonominio išsivystymo lygį.

Kaskart vis sudėtingesni kolektyviniai veiksmai ir visuomeniniai savitarpio santykiai jau pirmykštėje neandertaliečių bandoje neabejotinai teigiamai veikė progresyvų galvos smegenų vystymąsi ir padėjo atsirasti naujoms bendravimo priemonėms vietoj pradinės neartikuliuotų garsų kalbos, būdingos pirmiesiems žmonėms, arba beždžionžmogiams.

Tokia nauja bendravimo priemone tapo artikuliuota kalba, kuri tikriausiai buvo pradėta vystyti dar neandertaliečių (jeigu ne sinantropų), bet galutinai suformuota tik vėliau — kromanjoniečių.

Ten pat, p. 302—306.

Neandertaliečių laidojimas

...Neandertaliečiai paliko mums apie save daug liudijimų, kurie leidžia tvirtinti, kad jie jau laidojo savo mirusiuosius, vadinasi, mąstydavo apie reiškinius, dominančius žmoniją ir šiandien... Tiesioginė tokių mąstymų prielaida buvo tikriausiai natūrali arba priverstinė vieno gentainių mirtis. Kodėl staiga kūnas nustojo judėti? Kas iš jo išnyko, kodėl jis tapo bedvasis? Ar dėl to, kad daugiau nebeįkvepia oro, ar dėl to, kad iš jo jau nebeteka kraujas? Atsakyti į šiuos sudėtingus klausimus senoviniai žmonės dar negalėjo...

Iš kai kurių radinių žinome, kad neandertaliečiai savo mirusiuosius guldė ant šono, dešinę ranką padėdavo po galva, kojas prilenkdavo prie krūtinės. Taip pat darė mamutų ir šiaurės elnių medžiotojai akmens amžiaus pradžioje ir pabaigoje. Panašių laidojimų randama netgi bronzos amžiuje, ir tik vėlesnio laikotarpio kapvietėse šitokia kūno padėtis pasitaiko atskirais atvejais...

Akmeninių įrankių ir apdegusių kaulų buvo rasta greta griaučių daugelyje neandertaliečių kapviečių. Vadinasi, mirusiajam būtinai kažką „dovanodavo kelionei". Jeigu tarsime, kad neandertaliečiai jau kažką galvodavo apie pomirtinį gyvenimą, tai tas gyvenimas jiems atrodė kaip savotiškas žemiškojo gyvenimo tęsinys, nors ir turėjo kažkuo nuo jo skirtis. Tik taip galima paaiškinti, kodėl daugelyje kapviečių rasta darbo bei medžioklės įrankių ir maisto atsargų.

И. Августа. Великие открытия. М., «Мир», 1967, p. 131—132.

Maksimalus amžius

Neabejotinai galima tvirtinti, kad neandertaliečiai nesulaukdavo senyvo amžiaus, apie kurį sprendžiame iš daugelio požymių: iš dantų išsidėstymo, kaukolės siūlių suaugimo ir t. t. Žinomi palaikai tik dviejų neandertaliečių, kurių amžius buvo nuo 40 iki 50 metų,— tai pirmykščiai žmonės iš Neandertalio ir La Šapel o Seno. Visi kiti rasti griaučiai buvo jaunesnių neandertaliečių. Skaičiais tai atrodo šitaip: 40 procentų vaikų, 40 procentų žmonių nuo 20 iki 30 metų amžiaus, 20 procentų vyresnių kaip 30 metų. Badas, nepritekliai, nuolatinė kova dėl egzistavimo, nepalankus klimatas, blogi būstai, gausybė ligų, higienos nebuvimas — visa tai trumpino neandertaliečių gyvenimą, nors jie ir buvo stiprūs, užsigrūdinę žmonės. O kai dėl mirtingumo ir lyties priklausomybės, tai reikia pasakyti, kad vyresnio negu 30 metų amžiaus sulaukdavo daugiausia vyrai. Moterys mirdavo anksčiau; būdamos fiziškai silpnesnės, jos, be to, dažnai mirdavo gimdydamos, daugiausia, žinoma, dėl antisanitarinių sąlygų.

Ten pat, p. 138.

Dabartiniai žmonės — kromanjoniečiai

...Kromanjoniečių ir kitų dabartinio tipo iškastinių žmonių kaukolės turi tiesią kaktą, antakių lankus (vietoj ištisinio antakių velenėlio), smakro atsikišimą — būdingus žmogaus, kurio kūnas jau labai išsivystęs, kaukolės požymius. Kromanjoniečiai pastebimai skyrėsi nuo neandertaliečių ir aukštesniu kultūros lygiu. Gręžimo technika jie gamindavo įvairius labai nudailintus įran-

kius, iš jų kaulinius ir raginius... Gamino jie ir surenkamus įrankius, o tai rodo didelį žingsnį į priekį...

1936 metais Tarybų Sąjungos teritorijoje kromanjoniečių liekanų rasta Murzak Kobos oloje, kairiajame Čiornajos upės krante, netoli Gorgunės kaimo (Balaklavos rajone, Kryme). Ten aptikti dveji kartu palaidotų vyro ir moters griaučiai... Pirmieji pusiau sutrūniję, 180 cm ilgio; antrieji gerai išsilaikę, 160 cm ilgio...

...Nesutrūniję tos pačios epochos vyro griaučiai anksčiau buvo rasti po uolos atbraila, pavadinta Fatjma Koba, Čiornajos upės intako raguvoje. Kūno ilgis 168 cm. Veido išsikišimas į priekį ir kiti požymiai rodo negridų priemaišą...

Panašūs radiniai perša idėją apie bendrą baltosios ir juodosios rasių kilmę...

...Greta kromanjoniečių iš Kromanjono ir Komb Kapelio tapo žinomi ir kiti artimai jiems giminingi žmonių tipai. Antai, pavyzdžiui, pačioje viršutinio paleolito epochos pradžioje Europoje gyveno Grimaldžio rasės žmonės, kurių liekanų rasta Vaikų Oloje netoli Mentonos, Prancūzijos ir Italijos pasienyje. Čia aptikti šešiolikos septyniolikos metų jaunuolio ir trisdešimt keturiasdešimt metų moters griaučiai yra nedidelio ūgio žmonių (157 ir 155 cm aukščio) ir turi kai kurias negridų ypatybes...

1936 metais netoli Maskvos, ant Schodnios upės kranto, buvo rastas viršugalvis, matyt, dabartinio tipo žmogaus, bet su kai kuriomis neandertalidinėmis ypatybėmis...

Kaukolių su tokiais pereinamaisiais bruožais retkarčiais pasitaiko ir dabartinių kaukolių kolekcijose. Tatai irgi rodo, kad kromanjoniečiai ir apskritai dabartinio tipo žmonės yra kilę iš neandertaliečių. Kromanjoniečių tipas ne visiškai išnyko: kai kur jį aiškiai galima įžvelgti dar ir dabar, pavyzdžiui, kai kurių Prancūzijos vietovių gyventojų fizinėje išvaizdoje.

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, p. 321, 336—352.

Perėjimas nuo neandertaliečių prie dabartinio žmogaus tipo

Kaip buvo pereita nuo neandertaliečio prie dabartinio žmogaus tipo? Kokių veiksnių dėka baigiasi ilgas beždžionės sužmogėjimo procesas, stipriai veikiamas tokio veiksnio, kaip darbas?

Pagal J. Roginskį [1]..., neandertaliečiai išsivystė į kromanjoniečius pirmykštės bendruomenės gelmėse..., sudarydami aukštesnį socialinį junginį — gentį... Tikrosios visuomenės susiformavimas iš pirmykštės bandos yra vienas ryškiausių žmogaus bendro vystymosi proceso pabaigos bruožų. Kartu teko įveikti prieštaravimus tarp laukinių instinktų, susijusių su ankstesne pirmykšte

[1] J. Roginskis — tarybinis antropologas, gimęs 1895 m. — *Sud.*

visuomenės vystymosi stadija, ir technikos augimo, kurį lydėjo sudėtingesni visuomeniniai savitarpio santykiai. Išlikdavo tie kolektyvai, kurie buvo geriau prisitaikę gyventi naujomis sąlygomis, pažangesnėje visuomenės organizacijoje.

Apie tą laiką natūralioji atranka, reikia manyti, jau buvo netekusi tos reikšmės, kurią ji turėjo pagrindiniu žmogaus formavimosi laikotarpiu, t. y. dabar susiformavo žmogus siaurąja šio žodžio prasme. Labai išsivystė pėda ir plaštaka, dubuo palinko 60° kampu horizontaliosios plokštumos atžvilgiu, o stuburas pagaliau įgijo savo išlinkimus; išryškėjo kaklo bruožai; galva nuo dabar jau laikosi tiesiai ant stuburo ir visų naujosios žmonijos atstovų gerai išbalansuota; labai išsivystė galvos smegenys. Iš primityvesnio neandertaliečio atsirado būtybė, kuri dabar jau teisėtai gali vadintis „protingu žmogumi"...

...Naujajame akmens amžiuje atsiranda poliruotų arba šlifuotų, taip pat gręžtų įrankių, vartojami moliniai indai, statomi poliniai pastatai, prijaukinami įvairūs gyvuliai ir tampa naminiais. Pirmiausia žmonės prisijaukino žinduolius, iš kurių seniausieji naminiai gyvuliai buvo, kaip jau minėjome, šuo, taip pat kiaulė, po to arklys, karvė, avis.

Visi šie įvairūs ir naudingi kultūros laimėjimai buvo galimi tik pažangaus žmonių kolektyvų, pirmykščių bendruomenių vystymosi dėka...

...Kartu su gyvulininkyste atsiranda žemdirbystė, ir moteriai čia turi būti pripažintas svarbus vaidmuo. Naujo persilaužimo ūkyje pradžia yra naudingųjų metalo savybių atradimas. Metalurgiją žmonės labai sėkmingai naudojo tolesnio visuomeninio vystymosi eigoje (bronzos amžius, geležies amžius).

Ten pat, p. 336—338.

Kromanjoniečių gyvenimo būdas

Kartais olose tiek daug vaizdų ir piešinių, nupieštų ir išraižytų uolose, kad neabejotinai šiuos požemius galime laikyti savotiškomis šventyklomis. Tokios šventyklos visada yra sunkiai prieinamose, slaptose vietose. Ir mūsų laikais surasti jas pavyksta tik atsitiktinai — leidžiantis į gilias bedugnes, įveikiant požeminius labirintus ir upes, prasiskverbiant po užgriuvusiais olų skliautais, atidengiant nepraeinamas landas akmeniniuose požemių tarpekliuose...

Žinomi ir tokie senovės meno dirbiniai, kurie neabejotinai susiję su medžiokline magija, bet randami ne olų gilumoje. Aptikta reljefinių gyvulių atvaizdų, išraižytų ant atskirų akmenų bei kaulų arba grubiai iškaltų iš akmens ar kaulo. Tokius daiktus

Kromanjoniečiai gamina įrankius

nesunku buvo pernešti iš vienos vietos į kitą, kad būtų galima atlikinėti magiškas apeigas bet kada ir bet kurioje vietoje.

Ne tik atvaizdai ir daiktai priklausė magijos sričiai, bet taip pat ir šokiai, dainos, pritariant muzikai, kaukių dėvėjimas, kūno išpaišymas. Tikriausiai šokius lydėjo primityvios dainų melodijos, grojimas primityviais pučiamaisiais instrumentais, savotiškomis fleitomis, kurių yra išlikusių iki mūsų laikų. Nėra abejonės, kad prieš šiuos šokius vyrai įvairiaspalviu moliu piešdavo ornamentus ant savo kūno. Galbūt tam tikros ceremonijos reikalavo ir visiškai tam tikslui skirtų daiktų ir papuošalų — taip atsirado apeigos. Jos, žinoma, negalėjo vykti be žynių. Daugelis priešistorinių meno kūrinių neginčijamai įrodo juos buvus. Žynys (jis galėjo turėti ir padėjėjų) vadovaudavo magijos ceremonijoms, saugojo atmintyje apeigų detales, o kartkartėmis jas atnaujindavo — tai turėdavo suteikti būrimui naujos galios, vadinasi, atnešti genčiai naudos. Žyniai naudojo įvairiausias kaukes. Iš išlikusių atvaizdų ypač įdomi žynio figūra, rasta Trijų Brolių oloje Pietų Prancūzijoje. Žynys parodytas einantis. Užpakalyje jam pritvirtinta arklio uodega, kūnas apdengtas lokio ar liūto kailiu, ant galvos elnio ragai. Didelės apvalios akys tarytum hipnotizuoja žiūrovą. Toje pačioje oloje rastas ir kitas „portretas“. Čia žynys — su bizono kauke, jis groja instrumentu, šiek tiek primenančiu fleitą, ir kartu šoka.

И. Аугуста. Великие открытия, М., «Мир», 1967, p. 216—217.

Darvinas apie pirmykščio žmogaus religijos atsiradimą

...Esama išsamių įrodymų, gautų ne iš vienašališkų keliautojų stebėtojų, bet iš žmonių, ilgą laiką gyvenusių tarp laukinių, kad daugelis iš egzistavusių ir iki šiol egzistuojančių rasių neturi supratimo apie vieną arba daugelį dievų ir jų kalboje nėra net žodžių tokiai sąvokai išreikšti...

Tačiau jeigu žodžiu „religija" suprasime tikėjimą į nematomas ir dvasines jėgas, tai mūsų klausimas pasuks visiškai kita linkme, nes toks tikėjimas paplitęs beveik visose mažiau civilizuotose rasėse. Nesunku suprasti, kaip jis galėjo atsirasti. Kai svarbiausios proto savybės, vaizduotė, nuostaba, smalsumas kartu su tam tikra dalimi sugebėjimo samprotauti pasiekė tam tikrą išsivystymo laipsnį, žmogui turėjo kilti noras suprasti tai, kas vyksta aplink jį, ir išsiaiškinti kai kuriuos klausimus apie jo paties egzistavimą... Greičiausiai taip pat... sapnai buvo pirmoji paskata atsirasti vaizdiniams apie dvasias, nes laukiniai nemoka aiškiai skirti subjektyvių įspūdžių nuo objektyvių. Kai laukinis sapnuoja, vaizdai, jo vaizduotės padarinys, jam atrodo atkeliavę iš toli ir stovintys prieš jį, arba „miegančiojo siela imanti klajoti ir sugrįžtanti į jį su prisiminimais apie tai, ką ji matė". Tačiau, kol išvardytos žmogaus proto savybės, vaizduotė, smalsumas, išmintis ir t. t. nebuvo pakankamai išsivysčiusios, jo sapnai negalėjo skatinti susidaryti vaizdinius apie dvasias, panašiai kaip neskatina tokiems sampročiams, pavyzdžiui, šuns...

Tikėjimas į dvasių jėgą lengvai gali virsti tikėjimu, kad esama vieno ar keleto dievų. Laukiniai, žinoma, priskiria dvasioms tas pačias aistras, tą patį kerštingumą arba elementarų teisingumo supratimą ir tuos pačius potraukius, kurie būdingi jiems patiems. Ugnies Žemės gyventojai šiuo požiūriu yra tarpinėje būsenoje; kai „Biglio" laivo gydytojas nušovė dvi jaunas antis kolekcijai, Jorkas Minsteris pareiškė pačiu iškilmingiausiu tonu: „O! misteri Baino, daug lietaus, daug sniego, daug vėjo",— ir tai turėjo reikšti teisėtą nuobaudą už nenaudingą žmogaus maisto eikvojimą. Tas pat laukinis papasakojo, jog kai jo brolis nužudė „laukinį žmogų", tai ilgą laiką siautėjo audros ir buvo daug sniego bei lietaus. Tačiau mes niekaip negalėjome nustatyti, kad Ugnies Žemės gyventojai tikėtų į tai, ką mes vadiname dievybe, arba turėtų kokių nors religinių apeigų, o Džemis Betonas, teisėtai didžiuodamasis, mus įtikinėjo, jog jo tėvynėje nėra velnių. Šis tvirtinimas juo nuostabesnis, kad laukinių tarpe tikėjimas į piktąsias dvasias daug labiau paplitęs, negu tikėjimas į gerąsias...

Tie patys dideli protiniai sugebėjimai, kurie paskatino žmogų tikėti nematomų dvasių jėga, po to fetišizmu, politeizmu ir pagaliau monoteizmu, tikriausiai turėjo padėti jam kurtis įvairiausius keistus prietarus ir papročius tol, kol jo sugebėjimas samprotauti buvo menkai išsivystęs. Kai kuriuos jų baisu prisiminti: pa-

vyzdžiui, žmonių aukojimą kraujo trokštančiam dievui, nekaltųjų išbandymą nuodais arba ugnimi, burtininkavimą ir t. t. Vis dėlto naudinga kartais pagalvoti apie šiuos prietarus, nes jie rodo, kokio didelio dėkingumo vertas mūsų proto tobulėjimas, mokslas ir mūsų žinių laimėjimai.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953. p. 210—213.

Tikėjimas į dievą dažnai būdavo nurodomas ne tik kaip vienas didžiausių, bet ir kaip svarbiausias žmogaus ir žemesniųjų gyvūnų skirtumas. Tačiau neįmanoma, kaip jau matėme, tvirtinti, kad šis tikėjimas žmogui įgimtas arba instinktyvus. Tačiau, kita vertus, tikėjimas į visur paplitusius dvasinius veikėjus yra, atrodo, visuotinis ir, matyt, kad tai gerokai išsivysčiusių žmogaus sugebėjimų samprotauti ir dar labiau išsivysčiusių tokių savybių, kaip vaizduotė, smalsumas ir nuostaba, vaisius. Aš žinau, kad daugelis remiasi šiuo tariamu instinktyviu tikėjimu į dievą kaip jo buvimo įrodymu. Tačiau tokia išvada per daug skubota; ją padarius, mums tektų tikėti į daugelį piktų ir kerštingų dvasių, turinčių kiek didesnę galią, negu žmogus, nes tikėjimas į jas nepalyginamai daugiau paplitęs, negu tikėjimas į geradarę dievybę.

Ten pat. p. 650—651.

Apie žmonių rases

Rasių kilmė

Klausimą, ar žmonių gentį sudaro viena, ar kelios rūšys, pastaraisiais metais daug kartų svarstė antropologai, kurie susiskirstė į dvi mokyklas — monogenistų ir poligenistų. Tie, kurie nepripažįsta evoliucijos principo, priversti į rūšis žiūrėti kaip į atskirų tvėrimo aktų kūrinius arba kaip į atskirus kuriuo nors požiūriu vienetus...

Kita vertus, tie gamtininkai, kurie pripažįsta evoliucijos principą — tai dauguma įžymių mokslininkų,— neabejos tuo, kad visos žmonių rasės yra kilusios iš vienos pradinės šaknies, nepriklausomai nuo to, ar jiems priimtina laikyti šias rases atskiromis rūšimis, siekiant nustatyti jų skirtumų laipsnį...

Ankstyvoje žmonių rasių atsiskyrimo nuo bendro kamieno pakopoje rasių skirtumai buvo nedideli ir jų nedaug. Vadinasi, kalbant apie jų skiriamuosius požymius, jie tuo metu turėjo mažiau teisių būti atskirų rūšių požymiais, negu šiandien egzistuojančios vadinamosios rasės. Vis dėlto tokios senosios rasės galėjo būti kurio nors gamtininko pripažintos atskiromis rūšimis (taip laisvai vartojamas „rūšies“ terminas), jeigu jų nors ir labai nežymūs skirtumai būtų buvę pastovesni, negu dabar, ir nebūtų laipsniškai perėję vienas į kitą... Jeigu žmonių rasės būtų kilusios, kaip

Žmonių rasių atstovai
1 — europidas; *2* — negridas; *3* — mongolidas

mano esant galima kai kurie gamtininkai, iš dviejų ar daugiau įvairių rūšių, besiskiriančių viena nuo kitos tiek pat arba beveik tiek pat, kaip orangas nuo gorilos, tai vargu ar galima būtų abejoti, kad žmogaus, koks jis yra dabar, kai kurių kaulų sandaroje vis dar pasitaikytų ryškių skirtumų.

Nors egzistuojančios žmonių rasės daug kuo skiriasi viena nuo kitos — odos spalva, plaukais, kaukolės forma, kūno proporcijomis ir t. t., vis dėlto pasirodo, kad pagal bendrą sandarą jos artimai panašios daugybe požymių. Daugelis šių bendrų požymių tokie nereikšmingi arba saviti, jog atrodo visiškai neįtikėtina, kad jie įgyti iš pradžių nepriklausomai viena nuo kitos skirtingų rūšių arba rasių. Maždaug tas pat pasakytina apie daugelį skirtingiausių žmonijos rasių protinio panašumo bruožų. Senieji Amerikos gyventojai, negrai ir europiečiai protu skiriasi vieni nuo kitų tiek pat, kiek ir bet kurios kitos trys rasės, kurias paminėsime. Nepaisant to, kai buvau „Biglio" laive kartu su Ugnies Žemės čiabuviais, mane nuolatos stebino daugybė smulkių charakterio bruožų, rodžiusių didelį šių žmonių ir mūsiškių proto panašumą; tą patį galiu pasakyti ir apie grynakraujį negrą, su kuriuo man teko vieną kartą artimai susipažinti.

Gamtininkai, pastebėję, kad dviejų ar daugiau naminių veislių arba artimai giminingų natūralių formų daugybė įpročių, skonių ir polinkių smulkiomis detalėmis yra labai panašūs, jie mato, jog šis faktas įrodo visas šias formas atsiradus iš bendro protėvio, turėjusio tokias pat ypatybes, ir dėl to mano, kad visi šie gyvūnai priskirtini vienai rūšiai. Tie patys įrodymai dar įtikinamiau gali būti pritaikyti ir žmonių rasėms.

Kadangi neįtikėtina, jog gausūs ir mažai svarbūs įvairių žmonių rasių fizinės sandaros ir protėvių sugebėjimų panašumo bruožai (aš nekalbu čia apie panašius papročius) visi buvo įgyti vienos rasės nepriklausomai nuo kitos, tai jie, matyt,

galėjo būti paveldėti iš protėvių, turėjusių šias ypatybes. Taigi mes įgyjame šiek tiek supratimo apie senovinę žmogaus būklę prieš tai, negu jis žingsnis po žingsnio paplito Žemėje. Žmonėms plintant atskirose srityse, atskirtose jūros, neabejotinai vyko žymi skirtingų rasių požymių divergencija; priešingu atveju mes turėtume kartais susidurti su ta pačia rase įvairiuose žemynuose, bet šito niekada nebūna. Seras Dž. Liobokas, palyginęs vieną su kitu amatus, kuriais laukiniai dabar verčiasi visose pasaulio šalyse, atskirai išvardija tuos, kurie negalėjo būti žinomi žmogui, pirmą kartą persikėlus iš savo protėvynės, nes, kartą buvę žinomi, jie negalėtų būti vėl užmiršti. Taigi jis parodo, kad „ietis, esanti tik tolesnis peilio galo ištobulinimas, ir vėzdas, kuris yra ne kas kita, kaip pailgintas kūjis, tai vieninteliai mus pasiekę (seniausieji) daiktai". Tačiau jis mano, kad išgauti ugnį tikriausiai tuo laiku jau mokėta, nes tai žinoma visoms dabartinėms rasėms ir buvo jau žinoma visiems seniesiems olų gyventojams Europoje. Galbūt menas daryti grubius luotus ar plaustus taip pat buvo žinomas; bet kadangi žmogus egzistavo tolimoje epochoje, kai sausumos lygis daugelyje vietų buvo visiškai kitoks, negu dabar, jis galėjo tada ir, nesinaudodamas valtelėmis, plačiai įsikurti...

Remdamiesi esminiais atskirų kalbų skirtumais, kai kurie filologai padarė išvadą, kad iš pradžių, paplisdamas gana toli, žmogus nebuvo kalbantis gyvūnas. Tačiau galima įsivaizduoti, kad kalbos, daug netobulesnės, negu kuri nors iš dabartinių, papildomos žestais, galėjo būti vartojamos ir, nepaisant to, nepalikti jokių pėdsakų vėlesnėse, labiau ištobulintose kalbose. Atrodo abejotina, kad žmogaus protas, nevartojant kokios nors kalbos, nors ir pačios netobuliausios, galėjo pakilti iki tos aukštumos, kurią tenka spėti buvus, remiantis jo viešpataujančia padėtimi tokiu ankstyvu laikotarpiu...

Iš visų žmonių rasių skirtumų vienas ryškiausių ir konkrečiausių — odos spalva. Šios rūšies skirtumus anksčiau galvota paaiškinti ilgalaikiu buvimu skirtingame klimate. Tačiau Palasas pirmasis parodė, kad ši pažiūra neišlaiko kritikos, ir beveik visi antropologai su juo sutiko. Ankstesnis aiškinimas atmestas daugiausia dėl to, kad skirtingos spalvos rasių, kurių daugumą turėjo nuo senų laikų apsigyventi dabartinėje tėvynėje, pasiskirstymas neatitinka klimato skirtingumų.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953, p. 283—287, 293.

Biologinė rasių lygybė

Ekspertai..., sukviesti UNESKO [1]..., išplėstoje deklaracijoje apie rases ir rasinius skirtumus, priimtoje 1951 metais, vienbalsiai priėmė tokius teiginius:

[1] UNESKO — Tarptautinė organizacija švietimo, mokslo ir kultūros klausimams prie Suvienytųjų Nacijų Organizacijos. — *Sud.*

1. Visi dabartiniai žmonės priklauso vienai rūšiai, vadinamai Homo sapiens, ir yra kilę iš vienos šaknies. Lieka ginčytinas klausimas, kaip ir kada atsiskyrė skirtingos žmonių grupės.

2. Biologinius žmonių skirtumus nulemia paveldimos sandaros skirtumai ir aplinkos poveikis paveldimam pagrindui. Didelė dalis šių skirtumų atsiranda ir dėl vieno, ir dėl kito pobūdžio veiksnių sąveikos.

3. Kiekvienoje žmonių populiacijoje pastebima didelė paveldimųjų savybių įvairovė. Grynos žmogaus rasės genetiškai vienalytės populiacijos prasme nėra.

4. ...

5. Remiantis duomenimis apie paveldimus fizinius požymius, buvo iškelta įvairių teiginių apie žmonijos skirstymą į dideles rases... Beveik visada išskiriamos mažiausiai trys didelės rasės[1]...

Pasirodo, kad Žemės tautos šiandien turi vienodas biologines galimybes pasiekti bet kurį civilizacijos lygį ir kad skirtingus įvairių tautų laimėjimus visiškai nulemia jų kultūros istorija...

„Aukštesniųjų" ir „žemesniųjų" rasių koncepcijos negalima pateisinti bendro protinio išsivystymo ir sugebėjimų kultūros laimėjimams paveldimomis galimybėmis, taip pat kaip ir fiziniais požymiais.

Anksčiau pateikti biologiniai duomenys aiškiai prieštarauja rasistiniams teiginiams. Pastarieji jokiu būdu negali pretenduoti į mokslinius įrodymus, ir antropologų pareiga — stengtis, kad būtų priešinamasi jų tyrimų rezultatų iškraipymui ne mokslo tikslais.

ЮНЕСКО. Совещание экспертов по биологическим аспектам расовой проблемы. Москва, 12—18 августа 1964 г. «Вопросы антропологии», вып. 20, 1965, р. 8, 10—11.

Rasių požymiai

Svarbiausi rasių požymiai yra šie: galvos plaukų forma; veido (barzdos, ūsų) ir kūno plaukų dangos išsivystymo pobūdis bei laipsnis; plaukų, odos ir akių rainelės spalva; viršutinio voko, nosies ir lūpų forma, galvos ir veido forma; kūno ilgis, arba ūgis...

Didžiajai negridų australidų (juodajai) rasei apskritai būdingas tam tikras derinys požymių, kurie ryškiausi yra Sudano negrų ir kurie skiria ją nuo europidų arba mongolidų didžiųjų rasių... Negridų rasiniai požymiai yra šie: juodi, spirališkai susisukę arba banguoti plaukai; tamsiai ruda arba beveik juoda (kartais gelsvai ruda) oda; rusvos akys; gana plokščia, mažai išsikišusi nosis su žema viršunose ir plačiais sparneliais (kai kurių tiesi, siauresnė); daugumos storos lūpos; didžiosios daugumos ilga

[1] Didelės rasės skirstomos į mažesnes, pavyzdžiui, negridų australidų rasė skirstoma į šias mažas rases: 1) negridų afrikiečių ir 2) australidų okeaniečių. — *Sud.*

galva; vidutiniškai išsivystęs smakras; atsikišusi į priekį viršutinio ir apatinio žandikaulio dantinė dalis...

Didžiosios europinės-azijinės, arba europidų (baltosios), rasės atstovams apskritai būdingas kitas požymių derinys: rausva oda dėl prasišviečiančių kraujagyslių; vienų odos spalva šviesesnė, kitų rausvesnė; daugelio šviesi plaukų ir akių spalva; banguoti arba tiesūs plaukai; vidutinis arba didelis kūno ir veido plaukuotumas; lūpos vidutinio storumo; nosis gana siaura ir labai išsikišusi iš veido plokštumos, aukšta viršunosė; silpnai išsivysčiusi viršutinio voko raukšlė; mažai atsikišę į priekį žandikauliai ir viršutinė veido dalis, vidutiniškai arba labai atsikišęs smakras; paprastai neplatus veidas...

Mongolidų, arba azijinė-amerikinė, didžioji (geltonoji) rasė apskritai skiriasi nuo negridų australidų ir europidų didžiųjų rasių būdinga jai rasinių požymių visuma. Pavyzdžiui, tipiškiausių jos atstovų oda rusva, gelsvų atspalvių; akys tamsiai rudos; plaukai juodi, tiesūs, standūs; barzda ir ūsai paprastai neauga; kūno plaukų danga labai menka; tipiškiems mongolidams itin būdinga gerai išsivysčiusi ir savita viršutinio voko raukšlė, kuri pridengia vidinį akies kampą, tuo sudarydama kiek įstrižą akies plyšio padėtį (ši raukšlė vadinama epikantu); jų veidas gana plokščias; skruostai platūs; smakras ir žandikauliai mažai atsikišę į priekį; nosis tiesi, bet viršunosė žema; lūpos vidutiniškai išsivysčiusios; ūgis daugumos vidutinis arba žemesnis, negu vidutinis...

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР. 1958, p. 352—354.

„Protingo žmogaus" rūšies požymiai

Iki šiol daugiau kalbėjome apie rasinius skirtumus, negu apie rasių panašumo bruožus. Tačiau priminsime, kad rasių skirtumai gana akivaizdūs tik tuo atveju, kai imama požymių visuma. O nagrinėjant rasinius požymius atskirai, tik labai nedaugelis jų gali būti daugiau arba mažiau patikimas liudijimas, kad individas priklauso vienai ar kitai rasei.

Kokie gi pagrindiniai „protingo žmogaus" rūšies požymiai, būdingi visoms be išimties dabartinėms žmonių rasėms? Pagrindiniais, pirmaeiliais požymiais tenka pripažinti labai stambias ir gerai išsivysčiusias galvos smegenis su daugybe vingių ir vagelių jų pusrutulių paviršiuje ir žmogaus ranką, kuri, pagal Engelsą, yra darbo organas ir jo padarinys. Taip pat būdinga kojos, ypač pėdos su išilginiu skliautu, pritaikytos laikyti žmogaus kūną stovint ir judant, sandara.

Toliau prie svarbių dabartinio žmogaus tipo požymių priklauso stuburas su keturiais išlinkimais, iš kurių ypač būdingas juosmens išlinkimas, išsivystęs dėl vaikščiojimo stačiomis; kaukolė su

jos gana lygiu paviršiumi, su labai išsivysčiusia smegenine ir silpniau išsivysčiusia veidine dalimi, su aukšta smegeninės dalies kakta ir viršugalviu; labai išsivystę sėdmenų, taip pat dubens ir blauzdos raumenys; menka kūno plaukų danga, visiškai nėra lytėjimo plaukų kuokštelių, arba vibrisų, antakiuose, ūsuose ir barzdoje.

Turėdamos išvardytų požymių visumą, visos dabartinės žmonių rasės yra pasiekusios vienodai aukšto fizinės sandaros išsivystymo lygio. Nors įvairių rasių šios pagrindinės rūšinės ypatybės išsivysčiusios ne visiškai vienodai — vienos labiau, kitos mažiau, šie skirtumai labai nedideli: visos rasės turi visus dabartinio žmogaus tipo bruožus, ir nė viena jų nėra neandertalidinė. Iš visų žmonių rasių nėra nė vienos, biologiškai pranašesnės už kurią nors kitą rasę.

Tuo tarpu reakcingi buržuaziniai mokslininkai ir publicistai rasistai skelbia esant ryškią žmonių rasių biologinę nelygybę. Dažniausiai jie tvirtina, kad kai kurių rasių, pagal jų terminologiją, „žemesniųjų", galvos smegenys esančios daug panašesnės į beždžionių smegenis, negu į kitų, „aukštesniųjų" rasių atstovų smegenis. Tačiau tai visiškai neteisinga. Tarybinių mokslininkų tyrimai parodė, kad skirtingų rasių atstovų smegenų sandaroje esminių skirtumų nėra (J. Ševčenka, 1956). Reakcinei rasistinei teorijai prieštarauja ir tai, kad visos dabartinės žmonių rasės vienodai prisitaikiusios vaikščioti stačiomis ir darbinei veiklai. Esant tokiems rasių panašumo bruožams, absoliučiai nėra jokio pagrindo teigti, kad kuri nors rasė buvo artimesnė beždžionei, negu kitos...

Dabartinės žmonių rasės yra vienodai netekusios daugelio beždžionių bruožų, kurių turėjo dar neandertaliečiai, ir įgijo progresyvius „protingo žmogaus" bruožus. Todėl nė viena iš dabartinių žmonių rasių negali būti laikoma panašesne į beždžiones arba primityvesne už kitas rases...

Visos žmonių rasės lengvai viena su kita kryžminasi ir palieka vaisingus, visiškai normalius bei sveikus palikuonis. Daugeliu atveju esti netgi labai teigiama fizinėmis ypatybėmis ir graži karta. Tokie faktai visiškai atitinka tarybinės antropologijos teiginį, kad visos dabartinės žmonių rasės yra biologiškai lygiavertės.

Mokslas apie žmonių rasių kilmę ir vystymąsi iš esmės paneigia neapykanta žmonėms pagrįstą melagingą mokymą, kad rasės esančios aukštesniosios ir žemesniosios. Tikrai mokslinė tarybinė antropologija sugriauna rasistų prasimanymus apie tai, kad egzistuojanti kažkokia išrinktoji arijų arba šimtaprocentinė gryna amerikiečių baltoji rasė, esą pašaukta pajungti visas kitas rases ir jas valdyti dėl savo įgimto fizinio ir dvasinio pranašumo.

М. Ф. Нестурх. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958, p. 355—358, 361.

4. Mokslas apie ląstelę

Pažymėdamas didžiausius XIX amžiaus mokslo laimėjimus, F. Engelsas kartu su Č. Darvino evoliucijos mokslu ir energijos tvermės ir kitimo dėsniu paminėjo ląstelės teoriją. Ląstelės smulkiausių struktūrų ir jų funkcijų tyrimo problema yra biologų dėmesio centre. Dėl to įdomu susipažinti su pagrindiniais citologijos vystymosi etapais.

Giliai ištirti įvairių ląstelės struktūrų funkcijas pavyko tik šiuo metu taikomais tiksliais citocheminiais tyrimais ir ištobulinta elektronine mikroskopija. Ląstelės komponentams ir organoidams kartu su jų funkcija šioje chrestomatijoje ir skiriama nemažai dėmesio. Kartu pažymėti molekulinės genetikos laimėjimai, atskleidę baltymų biosintezės paslaptis, taip pat universalią nukleininių rūgščių savybę — kopijavimąsi.

Medžiagų ir energijos apykaitos ląstelėje pagrindiniai dėsningumai parodo, kuo skiriasi tos cheminės reakcijos, kuriose būtinai dalyvauja biologiniai katalizatoriai — fermentai, nes to nebūna negyvojoje gamtoje. Apykaitos procesų reguliavimo mechanizmų sudėtingumas gyvoje ląstelėje yra nepaprastai svarbi problema, nes atskleidžia ląstelės medžiagų apykaitos prisitaikymą prie jos funkcinės būklės, prie kintančių aplinkos sąlygų. Todėl, norint pažinti ląstelėje vykstančius procesus, ypač svarbu ir suprasti ATF — universalaus energijos akumuliatoriaus — vaidmenį. Su tuo glaudžiai susijusi ir fotosintezės problema.

Sud.

Pagrindiniai citologijos vystymosi etapai

Kaip atsirado supratimas apie ląstelinę sandarą

Citologija, kaip atskiras mokslas, susiformavo paskutiniame praėjusio šimtmečio ketvirtyje, tačiau mokslo apie ląstelę pradžia siekia XVII amžių ir jo istorija apima trijų šimtmečių laikotarpį. Per pirmuosius du šimtus metų atradimai buvo reti, ir paprastai juos galima priskirti atskiriems tyrinėtojams, bet nuo praėjusio šimtmečio pabaigos darbų atsiranda tiek daug, o atskirų mokslininkų tyrimai taip tarpusavyje susipina, kad trumpoje apžvalgoje galima nurodyti tik bendras vystymosi kryptis ir jų užuomazgas. Juk tik išradus ir patobulinus mikroskopą bei mikroskopinę techniką, galėjo atsirasti ir vystytis citologija... Mikro-

skopą, kaip mokslinio tyrimo prietaisą, rekonstravo ir išpropagavo R. Hukas [1]. 1665 m. jis paskelbė straipsnį, pavadintą „Mikrografija arba kai kurie fiziologiniai smulkiausių kūnų aprašymai, atlikti, naudojantis didinamaisiais stiklais“, kur jis apibūdino paties sukonstruotą mikroskopą ir atliktus kai kuriuos stebėjimus, bet buvusius nesistemingus. Tačiau stebėjimu ..., pavadintu „Apie schematizmą arba kamščio sandarą ir apie kai kurių kitų tokių poringų kūnų ląsteles bei poras“, Hukas parodė, kad „kamščio medžiaga apskritai pripildyta oro, kad šis oras visiškai uždarytas nedidelėse dėžutėse arba ląstelėse..., atskirtose viena nuo kitos“. Šių tuštumų — ląstelių sandarą Hukas lygino su „putomis, medaus koriu, verpalais, pemza arba kitais panašiais kūnais“. Tai nebuvo ląstelės atradimas, kaip dabar suprantame šį terminą. Hukas žinojo, kad panašią sandarą turi kai kurios kitos augalų dalys, bet atviros sandaros esmę jis matė kūnų poringume... „Ląstelės“ terminas, kuriuo Hukas pavadino savo atrastas struktūras, suvaidino tam tikra prasme lemtingą vaidmenį, ilgam sustabdęs teisingą augalų ir gyvūnų mikroskopinės sandaros gretinimą. Mikroskopinės kamščio sandaros aprašymas Hukui buvo tik jo laikino susižavėjimo mikroskopu epizodas. Tačiau du jo amžininkai sistemingai naudoja mikroskopą augalų sandarai tirti. M. Malpigis [2] 1671 m. paskelbia „Supratimą apie augalų anatomiją“ ir kiek vėliau, 1672—1675 m., „Augalų anatomiją“. Beveik tuo pačiu metu (1671 m.) N. Grū [3] pateikia Londono karališkajai draugijai „Augalų anatomijos pradmenis“. M. Malpigis, o ypač Grū, tyrinėdami mikroskopinę augalų sandarą, parodo, kad įvairių augalų dalių sudėtyje esama „pūslelių arba maišelių“... Grū įveda į botaniką terminą „audinys“, bet Grū supratimas apie audinį, kaip ir „ląstelės“ sąvoka, iš esmės skyrėsi nuo vėlesnės šio termino reikšmės.

Augalų struktūrą Grū vaizdavosi kaip ploną skaidulų, einančių skersai ir išilgai, rezginį, panašiai kaip tekstilės audinio; iš šio rezginio, pagal Grū, susidaro visiškai uždaros pūslelių sienelės.

A. Levenhukas [4] buvo ketvirtas didis XVII amžiaus mikroskopininkas, matęs ląstelinę augalų sandarą, bet dar mažiau supratęs jos reikšmę. Dabar žinome, kad Levenhukas pirmasis matė realias gyvūnų ląsteles: eritrocitus ir spermatozoidus, taip pat vienaląsčius organizmus. Tačiau pats Levenhukas negalėjo šia prasme įvertinti savo stebėjimų pro mikroskopą. Taigi XVII am-

[1] Robertas Hukas (1635—1703) — XVII a. anglų mokslininkas. — *Sud.*

[2] Marčelas Malpigis (1628—1694) — italų mokslininkas, įžymus XVII amžiaus gamtos tyrinėtojas. — *Sud.*

[3] Neemija Grū (1628—1711) — anglų mokslininkas, daugiausia tyrinėjęs augalų anatomiją. — *Sud.*

[4] Antonas Levenhukas (1632—1723) — olandas, vertėsi prekyba. Laisvalaikiu šlifavo didinamuosius stiklus, naudodamas juos savo darbo „mikroskopiumams“, pro kuriuos apžiūrinėdavo įvairius objektus. Levenhuko „mikroskopai“ iš tikrųjų buvo lupos, tačiau gerokai didinančios. — *Sud.*

žiuje atrandama augalų „ląstelinė sandara“, bet ląstelė kaip tokia šio amžiaus mokslininkams visiškai nežinoma. „Ląstelės“, „pūslelės“, „maišeliai“ atspindi kažkokį augalų medžiagos aktyvumą; supratimas apie ląstelę, kaip augalo organizmo struktūrinį vienetą, XVII amžiuje buvo dar tolimas.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л.. «Наука», 1965, p. 16—17.

Ląstelės teorijos pranašai

XVIII amžius ir XIX a. pradžia nepridėjo esminių faktinių žinių prie to, ką parodė praėjusio amžiaus mikroskopininkai. Tačiau šiuo laikotarpiu atsiranda pirmieji bandymai sukurti bendras organizmų sandaros teorijas, būsimosios ląstelės teorijos pranašai. Tačiau šios teorijos arba grindžiamos neteisingais faktais, arba apskritai buvo apriorinio pobūdžio. Pirmosios yra skaidulinės ir grūdiškos organizmų sandaros teorijos. Supratimas apie skaidulas, kaip bendrą elementarią struktūrą, botanikoje prasideda nuo Grū skaidulinio audinio, o anatomijoje remiasi A. Halerio [1] pažiūromis...

Iš tikrųjų skaidulos, ritinėliai ir rutulėliai, aprašinėjami XVIII a. pabaigoje ir XIX a. pradžioje, buvo artefaktai, susiję su tuo metu naudotais mikroskopijos metodais (audinių džiovinimu, suskaidymu, suspaudimu ir kt).

Ten pat, p. 17—18.

Volfo pažiūros į ląstelės sandarą

Volfas ląstelę laikė ne gyvybės vienetu, „kuriam dauginantis ir diferencijuojantis vystosi visas augalo ir gyvūno organizmas“ [2], bet paprastu mechaniniu dariniu, atsiradusiu, kaupiantis ir judant skysčiams bestruktūrėje medžiagoje. Jis, be abejo, stebėjo ir tyrinėjo ląstelių struktūras ir šią sąvoką taikė tiek augalų, tiek gyvūnų organizmams, ir tokiu būdu jam kilo mintis apie visa, kas gyva, struktūrinę vienybę. Todėl Volfą teisėtai galima laikyti kartu su kai kuriais kitais senaisiais mikroskopininkais vienu iš ląstelės teorijos pranašų.

Pagrindinė klaida Volfo mokyme apie ląstelinę struktūrą, kaip buvo sakyta, yra ta, kad jam ląstelė — ne kas kita, kaip narvelis pagrindinėje medžiagoje, pripildytas sulčių ir egzistuojantis dėl mechaninių priežasčių (sulčių spaudimo)... Kadangi Volfas sulčių judėjimą laikė esminiu gyvybės požymiu, o į ląstelinę struktūrą žiūrėjo kaip į mechaninį sulčių kaupimosi ir judė-

[1] Albrechtas Haleris (1708—1777) — įžymus XVIII a. biologas, anatomas, fiziologas, embriologas ir botanikas. — *Sud.*

[2] F. Engelsas. Liudvigas Feuerbachas ir klasikinės vokiečių filosofijos pabaiga. Vilnius, 1967, p. 39.

jimo rezultatą, vadinasi, jis ėmė laikyti ląstelinę struktūrą esminiu, o ne atsitiktiniu gyvosios medžiagos požymiu...

Iš čia matyti, kad nors Volfas ir samprotavo apie ląsteles neteisingai ir vienpusiškai, neišsiaiškino jų kilmės, turėjo gana nepilną supratimą apie tikrąją jų sandarą, tačiau, darydamas bendras išvadas, jis, nepaisant klaidų, ėmė manyti apie ląstelinės struktūros paplitimą kaip apie esminį gyvosios materijos požymį. Kaip bebūtų, jam priklauso trys pagrindiniai teiginiai, pasakyti dar XVIII amžiaus 7-ame dešimtmetyje, gerokai prieš atsirandant moksle ląstelės teorijai:

1) visų gyvųjų būtybių struktūra ląstelinė, ir tai esminis gyvybės požymis;

2) augalinės ir gyvulinės ląstelės esminėmis dalimis yra panašios;

3) kiti morfologiniai dariniai (indai) yra ląstelių modifikacijos.

Pagal Б. Е. Райков. Русские биологии-эволюционисты до Дарвина.— «Материалы к истории эволюционной идеи в России». Т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, p. 116, 140, 141.

Mokslo apie augalų ląsteles susiformavimas

Supratimas apie ląstelę botanikoje susiformavo praėjusio šimtmečio pirmojo ketvirčio pabaigoje ir antrojo ketvirčio pradžioje. K. Šprengelis [1] savo „Vadove“, išleistame 1802 metais, apie ląstelinį audinį rašo kaip apie tipišką augalinę struktūrą; jis pirmasis teigė, kad augalų indai atsiranda iš ląstelių. Tačiau Šprengelio supratimas apie ląsteles tebėra ankstesnio šimtmečio lygio: ląstelės — tai tuštumos su skylėtomis sienelėmis.

Gerokas žingsnis pirmyn buvo H. Linko [2] tyrimai. Jis parodė žemesniųjų augalų ląstelinę sandarą ir iš esmės pakeitė supratimą apie ląstelę. Linkas ląstelę laikė uždara pūslele, nes pastebėjo, kad nedažytame audinyje gali pasitaikyti ląstelių su spalvotu turiniu. Dar svarbesnė buvo jo iškelta mintis, kad ląstelės — tai ne paprastos tuštumos vientisame augalo audinyje, o struktūriniai elementai, kurie turi savo sieneles ir susijungdami sudaro augalo audinius...

Nors supratimas apie ląstelę, kaip individualizuotą augalų struktūrinį elementą, įsigalėjo ne iš karto, vis dėlto pamažu išsikovoja pripažinimą...

XIX amžiaus trečiojo dešimtmečio pabaigoje tvirtai įsigali supratimas, kad augalinė ląstelė yra elementari individualizuota augalų struktūra.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 19—20.

[1] Kurtas Šprengelis (1766—1833) — Halės universiteto botanikos profesorius (Vokietija). — *Sud.*

[2] Henrichas Linkas (1767—1851) dirbo daugiausia botanikos srityje, garsus populiariais gamtos mokslo straipsniais, — *Sud.*

Ląstelės branduolio atradimas

Svarbus momentas buvo ląstelės branduolio atradimas... Branduolį, kaip pastovią augalinių ląstelių struktūrą, atrado R. Brounas... [1]. Taigi per tris pirmuosius XIX amžiaus dešimtmečius augalų anatomija pasiekė didelių laimėjimų. Jei šimtmečio pradžioje, sprendžiant augalų ląstelinės sandaros reikšmės klausimą, visai nebuvo aišku, kas tai yra ląstelė, tai jau praėjusio šimtmečio antrojo ketvirčio pradžioje padėtis iš esmės pasikeitė. Ląstelė pripažįstama visos augalijos struktūriniu elementu, skiriami augalai, susidedantys iš vienos arba kelių ląstelių, ir augalai, kurių ląstelės sudaro įvairaus tipo audinius... Ląstelė dabar vertinama ne tik kaip morfologinis, bet ir kaip fiziologinis elementas, turintis savą medžiagų apykaitą. Tačiau pirmiausia matoma ląstelės sienelė, kurios reikšmė visų to laikotarpio tyrinėtojų laikoma pirmaeile. Ląstelės „turinys" ir jos branduolys jau žinomi, bet jie laikomi antraeilėmis ląstelės dalimis.

Ten pat, p. 20.

Gyvūnų ląstelių tyrimas

Mikroskopinis gyvūnų tyrimas iš pradžių labai atsiliko nuo augalų mikroskopijos... Nors atskiri tyrinėtojai matė kai kurias gyvūnų struktūras, kurios vėliau pasirodė esančios ląstelės..., bet šių stebėjimų reikšmės neįvertino nei jų autoriai, nei amžininkai.

Gana didelių laimėjimų, tirdamas gyvūnų audinius, pasiekė J. Purkinė [2]... Jis yra ne tik mikroskopinės anatomijos pradininkas, bet ir vienas mikroskopinės technikos kūrėjų. Purkinė pats ir jo mokiniai matė gyvūnų įvairių organų ir audinių ląsteles... Bet žengti tą lemiamą žingsnį, kurį vėliau žengė Švanas,— homologizuoti elementarias gyvūnų struktūras su augalų ląstelėmis — Purkinė nesiryžo. Jam pačiam jo atrasti gyvūnų audinių dariniai yra „grūdeliai", ir todėl savąją gyvūnų audinių sandaros teoriją, paskelbtą 1837 m., jis vadina „grūdelių teorija". Juk ląstelė, kaip suprato dauguma XVIII amžiaus ir XIX a. pradžios tyrinėtojų,— tai ertmė, tuštuma, apribota sienelėmis, o Purkinė suprato, kad jo aprašytieji „grūdeliai" nėra tuščiaviduriai dariniai.

Be to, pats terminas „grūdeliai" Purkinė teorijoje buvo neaiškaus pobūdžio. „Grūdeliais" jis kartais laikė visą ląstelę, kartais tik ląstelės branduolius, o kartais ląstelėje glūdinčias grūdiškas struktūras arba net gleivių lašelius. Nors Purkinė geriau už daugelį savo amžininkų žinojo mikroskopinę organų struktūrą

[1] Robertas Brounas (1773—1858) — anglų botanikas. — *Sud.*

[2] Janas Purkinė (1787—1869) — čekų mokslininkas, specialaus fiziologijos instituto įsteigėjas Prahoje. — *Sud.*

ir padėjo gyvūnų mikroskopinės anatomijos pagrindus, jis nesuprato, kad gyvūnų „grūdeliai“ yra augalų ląstelių atitikmuo (homologijos ir analogijos prasme), ir negalėjo suformuluoti ląstelės teorijos... Turint galvoje tai, kad įvairių gyvūnų audinių ląsteles matė ir kiti tyrinėtojai, aišku, jog 4-ojo dešimtmečio pabaigoje jau susikaupė šiek tiek medžiagos apie įvairias elementarias gyvūnų audinių struktūras.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 20—21.

Ląstelės teorijos atsiradimas

Remdamasis jau visuotinai pripažinta pažiūra į ląstelę, kaip į pagrindinę augalų struktūrą, Šleidenas [1] iškėlė klausimą, kaip susidaro naujos ląstelės. Ir jis paskelbė neteisingą teoriją, kad ląstelės susidaro iš bestruktūrės medžiagos...

T. Švanas [2]... su Šleideno darbais susipažino, dar jų nepaskelbus. Jį nustebino mintis apie augalų ląstelių branduolio panašumą į tas struktūras, kurias jis matė gyvūnų audiniuose.

Anksčiau mikroskopinės gyvūnų sandaros tyrinėtojus stebino struktūrų įvairovė ir jie nematė požymio, kuris leistų jas lyginti, o Švanas teisingai pastebėjo, kad šis požymis yra ląstelės branduolys. Ląstelės nepaprastai įvairios, bet jų branduoliai netgi dviejų gyvosios gamtos grandžių — augalų ir gyvūnų — yra labai panašūs. Būdamas tikras, kad tai pagrindinis ląstelės požymis, Švanas iškelia ir atsako į tris klausimus: 1) ar panaši dviejų tokių fiziologiškai skirtingų audinių, kaip kremzlė ir chorda, elementari struktūra? Atsakęs į šį klausimą teigiamai, ten ir čia matydamas, kad elementari struktūra yra ląstelės, Švanas iškelia kitą klausimą: 2) ar tik nėra ląstelės ir kitų gyvūno organizmo audinių elementari struktūra? Ištyręs daugumą tuo metu žinomų audinių, Švanas ir į šį klausimą atsako teigiamai, parodęs, kad ląstelinė struktūra yra bendra visų gyvūno organizmo audinių struktūra; jis net bandė suklasifikuoti audinius pagal jų „ląsteliškumą“. Pagaliau Švanui iškyla paskutinis klausimas: 3) ar iš principo augalų ir gyvūnų elementari struktūra skirtinga ar, atvirkščiai, panaši?

Ten pat, p. 22.

Prof. Kacnelsonas įžanginiame straipsnyje Švano knygai taip apibūdina ląstelės teorijos reikšmę.— *Sud.*

---

[1] Matiasas Šleidenas (1804—1881) — įžymiausias XIX a. vidurio vokiečių botanikas. — *Sud.*

[2] Teodoras Švanas (1810—1882) — vokiečių mokslininkas, ląstelės teorijos kūrėjas, pagarsėjęs daugeliu atradimų iš fiziologijos ir histologijos. — *Sud.*

Ląstelės teorijos reikšmė

Ši knyga atveria naują biologijos vystymosi etapą. Tiesiog nėra nė vienos biologinės disciplinos, kur neatsispindėtų įtaka tų naujovių, kuriomis papildė mokslą Švano knyga, pagrindusi ląstelės teoriją — vieną pačių plačiausių biologinių apibendrinimų.

„Tik padarius šį atradimą,— rašė Engelsas,— tvirtą pagrindą gavo organinių, gyvųjų gamtos produktų tyrinėjimas — tiek lyginamoji anatomija ir fiziologija, tiek ir embriologija. Paslaptingumo skraistė, gaubianti organizmų atsiradimo bei augimo procesą ir jų struktūrą, buvo nuplėšta. Ligi to laiko nesuprantamas stebuklas stojo prieš akis kaip procesas, vykstąs pagal visiems daugialąsčiams organizmams iš esmės tapatų dėsnį" [1].

Apie tai Švanas taip rašė:

T. Svanas apie augalų ir gyvūnų organizmų sandaros vienybę

Gyvūnai, kurie išorinėmis formomis kur kas įvairesni, negu augalai..., ir atskirų audinių atžvilgiu yra įvairesnės struktūros...

Bet panagrinėkime šių audinių vystymosi istoriją, ir matysime, kad visos šios įvairios formos susideda taip pat tik iš ląstelių, ir, be to, iš ląstelių, visiškai tokių pat, kaip ir motininės ląstelės, kurios vegetatyviniais gyvybės pasireiškimais tam tikru atžvilgiu yra nuostabiai panašios...

T. Svanas apie ląstelių susidarymą

Susidarant ląstelėms, bendra yra štai kas. Iš pradžių esti bestruktūrė substancija, visiškai skysta arba daugmaž drebučių pavidalo. Cheminėmis ir gyvybės savybėmis ji daugiau ar mažiau gali lemti ląstelių atsiradimą. Paprastai, matyt, iš pradžių susidaro branduolys, o po to aplink jį ląstelė. Ląstelių susidarymas organinėje gamtoje yra tas pat, kas neorganinėje,— kristalizacija. Ląstelė, jei jau kartą susidarė, toliau auga savo jėgomis, bet ją valdo viso organizmo įtaka, kaip to reikalauja vieningos visumos planas. Toks pagrindinis viso gyvūnijos ir augalijos augimo fenomenas.

Tai, kas pasakyta, tinka abiem atvejams: ir tada, kai jaunos ląstelės susidaro motininių ląstelių viduje, ir tada, kai ne jose. Ir ten, ir čia ląstelės atsiranda skystyje arba bestruktūrėje substancijoje...

---

[1] Fridrichas Engelsas. Gamtos dialektika. Vilnius, 1960, p. 142.

Švano ląstelės teorija

Teiginio, kad visi organiniai dariniai susidaro pagal bendrą principą ir kad taip susidaro ląstelės, plėtojimą kartu su išplaukiančiomis iš šio teiginio išvadomis galima pavadinti ląstelės teorija platesne prasme, o ląstelės teoriją siauresne prasme suprantame tas išvadas, kurias galima padaryti iš šio teiginio apie jėgas, kurios yra šių reiškinių pagrindas.

Теодор Шванн. Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1939, p. 15, 98, 143, 307.

Protoplazmos ir ląstelės dalijimosi atradimas

Pažiūrose į ląstelę praėjusio šimtmečio antroje pusėje slypėjo dvi esminės klaidos, kurioms pagal to meto lygį visiškai pritarė ir ląstelės teorijos kūrėjas T. Švanas. Pirmoji klaida buvo supratimas, kas ląstelėje yra svarbiausia ir kas antraeilės reikšmės, antroji klaida lietė ląstelės susidarymo būdą. Pirmoji klaida paaiškėjo, atradus protoplazmą, o antrosios atskleidimas buvo susijęs su ląstelės dalijimosi atradimu.

Kadangi supratimas, kas yra ląstelė, atsirado botanikoje, tai, naudojant primityvius tyrimo būdus, pirmiausia krito į akis stora augalinių ląstelių celiuliozinė sienelė. Dar XIX amžiaus 4-ame dešimtmetyje buvo manoma, kad būtent sienelė yra svarbiausia ląstelės dalis. Antroje vietoje esąs branduolys, kuris, tuomet buvo manoma, gali išnykti...

Praėjusio šimtmečio viduryje išryškėja pirmaeilė ląstelės branduolio reikšmė... T. Švanui jis įgyja pagrindinio ląstelės požymio reikšmę, o R. Virchovas [1] branduolį laiko ląstelės gyvybinės veiklos centru. Sunyksta branduolys — sunyksta ir ląstelė; šis teiginys 6-ojo dešimtmečio pabaigoje jau visuotinai pripažįstamas; be to, pamažu išaiškinama, kad ne ląstelės sienelė, o būtent jos turinys yra svarbiausias ląstelės komponentas... J. Purkinė... embrionų gyvajai medžiagai pavadinti 1839 m. pirmą kartą pavartojo terminą „protoplazma“, kurią lygino su augalų brazdo medžiaga. Tačiau iš pradžių ši sąvoka nebuvo pripažinta, nes pats ląstelės „turinys“ tuo metu buvo laikomas kažkuo antraeiliu. Persilaužimas botanikoje įvyko po H. Molio [2] darbų, paskelbtų 1844—1846 metais. Matyt, nepriklausomai nuo J. Purkinė Molis įvedė terminą „protoplazma“, kuriuo pavadino tąsią bespalvę grūdėtą medžiagą, esančią ląstelės sienelės viduje... Vėlesniais

[1] Rudolfas Virchovas (1821—1902) — vokiečių mokslininkas, daug nuveikęs, stengdamasis atkreipti dėmesį į ląstelinę organizmų sandarą. Ląstelės teoriją taikė patologijoje. — *Sud.*

[2] Hugo Molis (1805—1872) — įžymus XIX amžiaus botanikas, puikus mikroskopijos meistras. — *Sud.*

tyrimais... buvo parodyta, kad būtent šitoje augalinių ląstelių protoplazmoje vyksta pagrindiniai gyvybės procesai...

8-ojo dešimtmečio pabaigoje galutinai įsigali teiginys, kad gyvybė visur susijusi su protoplazma, kuri yra svarbiausia ląstelės dalis ir įvairių organizmų turi bendras chemines, fizines ir morfologines savybes.

...Ląstelės dalijimasis atrandamas tuo pačiu metu, kaip ir protoplazma...

Gyvūnų audinių ląstelių dalijimąsi atrado R. Remakas [1]. 1841 m. jis parodė gemalo kraujo ląstelių dalijimąsi; vėliau, 1852 m., paskelbė straipsnį „Apie gyvūnų ląstelių atsiradimą ir jų dauginimąsi dalijimosi būdu". Tai nedidelės apimties (iš viso 10 puslapių), bet epochinės reikšmės veikalas. Jame Remakas šešeriais metais anksčiau už R. Virchovą nustatė, kad per visą gyvūno vystymąsi, pradedant pirmaisiais žingsniais, naujos ląstelės susidaro tik dalijimosi būdu... Taigi R. Virchovas savo lakiu aforizmu „Omnis cellula e cellula" [2], pasakytu 1855 m., tik užbaigė jau susiformavusį mokymą apie tai, kad ir gyvūnų, ir augalų naujos ląstelės visada atsiranda, dalijantis prieš jas egzistavusioms ląstelėms. 6-asis dešimtmetis buvo laikotarpis, kai galutinai sužlugo Šleideno—Švano ląstelių susidarymo teorija ir įsigalėjo ląstelių dalijimosi, kaip visuotinės naujų ląstelių susidarymo formos, teorija.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 24—25, 26, 27.

Ląstelės teorijos plėtojimas

Per pastarąjį šimtą metų mokslininkai, tyrinėję ląstelę, į šį objektą žiūrėjo iš dviejų visiškai skirtingų pozicijų. Citologai nuolat tobulėjančiais mikroskopais toliau vystė mikroskopinę ir submikroskopinę nepažeistos, vientisos ląstelės anatomiją. Pradėję nuo pažiūros į ląstelę, kaip į drebučių pavidalo medžiagos gumulėlį, kuriame nepavykdavo išskirti nieko, be drebutinės citoplazmos, apvalkalo, dengiančio ją iš išorės, ir centre esančio branduolio, jie sugebėjo parodyti, kad ląstelė yra sudėtinga struktūra, diferencijuota į įvairias organelas [1], kurių kiekviena pritaikyta vienai ar kitai gyvybinei funkcijai atlikti. Naudodamiesi elektroniniu mikroskopu, citologai ėmė skirti atskiras struktūras, dalyvaujančias atliekant šias funkcijas molekulių lygiu. Dėl to citologų tyrimai neseniai susijo su darbais, atliekamais biochemikų, pradėjusių negailestingai ardyti vos įžiūrimas ląstelės struktūras: tirdami gautos, taip suardžius, medžiagos cheminį ak-

[1] Robertas Remakas (1815—1865) — vokiečių mokslininkas, žinomas kaip embriologas, citologas ir garsus neurologijos tyrinėtojas.— *Sud.*

[2] Kiekviena ląstelė iš ląstelės. — *Sud.*

[3] Organelos — tas pat, kas ir organoidai. — *Sud.*

tyvumą, biochemikai sugebėjo iššifruoti kai kurias ląstelėje vykstančias biochemines reakcijas, sudarančias gyvybinių procesų, iš jų pačios ląstelės medžiagos kūrimo procesų, pagrindą...

Šiandien citologai bando molekulių lygiu paaiškinti tai, ką jie mato pro įvairiausius mikroskopus. Taigi citologas tampa „molekuliniu biologu", o biochemikas —„biocheminiu citologu", vienodai tyrinėjančiu ir ląstelės struktūrą, ir biocheminę veiklą... Norint pasiekti laimėjimų, reikia derinti vienus ir kitus tyrimo metodus...

Gyvosios ląstelės funkcinę anatomiją aptarti tektų pradėti tikriausiai nuo to, kad gamtoje nėra jokios tipiškos ląstelės. Mes žinome gausybę įvairiausių vienaląsčių organizmų, o smegenų arba raumeninės ląstelės taip pat labai skiriasi viena nuo kitos ir sandara, ir funkcijomis. Tačiau, nepaisant visos įvairovės, jos visos yra ląstelės — visos turi ląstelinę membraną, citoplazmą su įvairiomis organelomis, ir kiekvienos jų centre yra branduolys. Be tam tikros struktūros, visos ląstelės pasižymi daugeliu įdomių bendrų funkcinių ypatybių.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 11, 13, 15.

Funkcinės ląstelių ypatybės

Pirmiausia visos ląstelės sugeba naudoti ir keisti energiją; šito pagrindas yra galiausiai tai, kad žaliųjų augalų ląstelės naudoja saulės energiją ir verčia ją cheminių jungčių energija. Įvairios specializuotos ląstelės sugeba cheminėse jungtyse esančią energiją paversti elektros ir mechanine energija ir netgi vėl matomos šviesos energija. Sugebėjimas keisti energiją turi labai didelę reikšmę visoms ląstelėms, nes dėl to jos gali palaikyti pastovią vidinę terpę ir vientisą struktūrą.

Gyvoji ląstelė nuo aplinkinės negyvosios gamtos skiriasi tuo, kad joje yra labai daug ir nepaprastai sudėtingų molekulių. Šios molekulės tokios savitos, kad, susidūrę su jomis negyvojoje gamtoje, visada galime būti tikri, jog tai negyvų ląstelių liekanos. Ankstyvaisiais Žemės vystymosi periodais, kai joje pirmą kartą atsirado gyvybė, vyko, matyt, spontaniška sudėtingų makromolekulių sintezė iš smulkesnių molekulių. O dabartinėmis sąlygomis savybė sintetinti dideles molekules iš paprastesnių medžiagų yra viena pagrindinių skiriamųjų gyvosios ląstelės ypatybių.

Tokios makromolekulės yra baltymai. Nekalbant apie tai, kad baltymai sudaro pagrindinę ląstelės „kietosios" medžiagos dalį, daugelis jų (fermentai) pasižymi katalizinėmis savybėmis; tai reiškia, kad jie gali labai pagreitinti chemines reakcijas, vykstančias ląstelėje, ypač tas, kurios susijusios su energijos kitimu. Baltymų sintezę iš paprastesnių vienetų — aminorūgščių, kurių priskaičiuojama daugiau negu 20, reguliuoja dezoksiribonukleininė

ir ribonukleininė rūgštys (DNR ir RNR); DNR ir RNR yra kone pačios sudėtingiausios iš visų ląstelės makromolekulių... Paskutiniaisiais metais nustatyta, kad DNR, būdama ląstelės branduolyje, valdo ir branduolyje, ir citoplazmoje esančios RNR sintezę. RNR savo ruožtu užtikrina tam tikrą aminorūgščių išsidėstymo seką baltymų molekulėse. DNR ir RNR vaidmenį galima palyginti su vaidmeniu architekto ir inžinieriaus statybininko, kurių bendromis pastangomis iš plytų, akmenų ir čerpių krūvos iškyla gražus namas.

Ten pat, p. 15.

Elektroninio mikroskopo reikšmė ląstelės tyrimui

Praėjusio šimtmečio pabaigoje pasiekta biologinio mikroskopo galimybių riba privertė ieškoti naujų mikroskopijos metodų...

Bene svarbiausias pastarųjų dešimtmečių įvykis buvo sukūrimas elektroninio mikroskopo, neišmatuojamai išplėtusio mūsų galimybes pažinti ląstelės sandarą. Elektroninės mikroskopijos išradimui buvo ruošiamasi pamažu, ir sunku nurodyti elektroninio mikroskopo „išradėją". Šį išradimą paruošė daugelis 3-ojo dešimtmečio teorinių fizikos darbų...

Pirmieji elektroniniai mikroskopai netiko smulkiems citologiniams tyrimams. 1931—1932 m. buvo gauti pirmieji elektroniniai optiniai vaizdai. 1933 m. G. Ruska elektroniniu mikroskopu prašoko padidinimą, pasiektą biologinio mikroskopo. Nuo 1937 m. pradėta kurti dabartinio tipo elektroninio mikroskopo konstrukcijas. Tarybų Sąjungoje elektroninio mikroskopo kūrimo darbai prasidėjo Valstybiniame optikos institute, kuriame, vadovaujant A. Lebedevui, 1940 m. buvo sukurtas elektromagnetinis mikroskopas, didinantis 10 000 kartų.

Iki mūsų šimtmečio 5-ojo dešimtmečio pabaigos ir 6-ojo dešimtmečio pradžios elektroninės mikroskopijos taikymas citologijoje buvo nepaprastai ribotas, nes nebuvo paruoštos atitinkamos tyrimo metodikos...

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 39—40.

Elektroninė mikroskopija

Pro biologinį mikroskopą galima stebėti iki 0,1 μ dydžio daleles, rentgenostruktūrinės analizės ir kitais fizikiniais-cheminiais metodais jau palyginti seniai objektai tiriami molekulių ir atomų lygiu apie 1 Å dydžio, o svarbiausios biologiniu požiūriu makromolekulinės dešimčių ir šimtų angstremų dydžio dalelės nebuvo tiesiogiai stebimos. Elektroninis mikroskopas leido užpil-

dyti šią spragą, įterpdamas tarp morfologijos ir fizikos-chemijos iki šiol nebuvusią grandį.

Elektroninis mikroskopas nuo biologinio mikroskopo iš esmės skiriasi tuo, kad jame vietoj šviesos spindulių naudojamas elektronų srautas...

Dabartinių serijinių elektroninių mikroskopų skiriamoji geba siekia 6—8 Å, unikalių mikroskopų modelių ji yra mažesnė negu 5 Å, geriausių mikroskopų modelių naudingas padidinimas artėja prie milijono.

Pramonė gamina įvairių tipų elektroninius mikroskopus: peršvietimo, veidrodinius, rastrinius ir kt. Naudojamos įvairiausios greitinimo įtampos, nuo 15—20 iki 750 tūkst. voltų ir didesnės. Mikroskopai, kurių įtampa ne didesnė kaip 15—20 kilovoltų, yra daug pranašesni, nes jie leidžia išgauti gana kontrastingą vaizdą... Televizijos sistemos stiprinamaisiais įrenginiais galima sumažinti elektroninį krūvį objektui, nes čia naudojami mažų intensyvumų elektronų srautai. Tačiau biologiniams tyrimams iki šiol naudojami daugiausia peršvietimo tipo mikroskopai su 50—100 kilovoltų greitinimo įtampa...

Pirmuoju elektroninės mikroskopijos tyrimų citologijoje plėtojimo laikotarpiu (5-asis dešimtmetis ir 6-ojo pradžia) buvo dar abejojama, ar realios išaiškintos struktūros, nes gali atsirasti artefaktų, perdaug mažų, kad būtų matomi pro biologinį mikroskopą, bet daug kartų padidinamų elektroninio mikroskopo.

Todėl paskutiniaisiais metais buvo atliktas didelis darbas, parenkant geriausius fiksacijos būdus, lyginant vaizdus, gautus įvairiais metodais skirtinguose audiniuose.

Ten pat, p. 58, 59, 62—63.

Ląstelės struktūrų sandara ir funkcijos

Bendras ląstelės sandaros planas

Ląstelė yra elementari vientisa gyva sistema, susidedanti iš dviejų pagrindinių, nenutrūkstamai tarpusavy susijusių dalių — citoplazmos ir branduolio. Branduolys apgaubtas apvalkalu ir turi sulčių (nukleoplazmos), chromatino ir branduolėlius (nukleolus). Citoplazmoje yra daug susiformavusių struktūrų, išsidėsčiusių daugiau ar mažiau vienalytėje jos dalyje — vadinamojoje hialoplazmoje. Vienos jų yra bendros įvairiausių ląstelių struktūros — tai mitochondrijos (chondriosomos), Goldžio kompleksas, ląstelės centras; augalinių ląstelių bendros yra taip pat plastidės. Kadangi kiekviena minėtų įvairių citoplazmos struktūrų turi dėsningas sandaros... ir elgesio įvairiais ląstelės gyvybinės veiklos periodais ypatybes, imta manyti, kad jos visos atliekančios tam tikras funkcijas. Dėl to jas pradėta lyginti su viso organizmo

organais, ir atsirado terminas „organoidas“; minėtos struktūros, būdamos bendros įvairiausių ląstelių, matyt, atlieka svarbiausias universalias funkcijas, todėl ir imtos vadinti bendro tipo organoidais. Skirtingai negu šios, citoplazmos struktūros, užtikrinančios griežtai apibrėžto tipo ląstelių specifines funkcijas... ir morfologiškai atspindinčios ląstelės specializaciją ar diferenciaciją viena ar kita linkme, buvo pavadintos specialios paskirties organoidais... Daugelio ląstelių citoplazmoje, be to, buvo rasta įvairių medžiagų, dažnai atsarginių, vadinamųjų intarpų... jeigu jie tankesnės konsistencijos, vadinami granulėmis, o skysti intarpai vadinami vakuolėmis.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 7—8.

Ląstelės apvalkalas (plazminė membrana)

Visą ląstelės tyrinėjimo pro biologinį mikroskopą epochą svarbiausias citofiziologijos klausimas, yra ar nėra citoplazmos paviršiuje struktūriškai susiformavęs ląstelės apvalkalas, buvo aštriai diskutuojamas.

...Dabar diskusijos apie tai, kad citoplazmos paviršiuje yra apvalkalas, tapo neaktualios, nesdaugybė... duomenų leido padaryti bendrą išvadą, jog visoms be išimties ląstelėms, taip pat ir toms, kurios pro biologinį mikroskopą atrodo „plikos“, būdinga paviršinė submikroskopinė membrana...

...Ląstelių paviršiuje dėsningai išryškėja plona, 70—120 Å storio, standi ląstelės membrana.

Ten pat, p. 153, 155.

Branduolio reikšmė

Branduolys — būtinas visų ląstelių, ir gyvulinių, ir augalinių, komponentas... Branduolys ir citoplazma sudaro a b i p u s i š k a i p r i k l a u s o m ą sistemą, kurios abu komponentai negali ilgesnį laiką egzistuoti autonomiškai... Dauguma ląstelių turi vieną branduolį. Neretai vienoje ląstelėje (pavyzdžiui, kepenų arba žinduolių seilių liaukų) galima rasti du tris branduolius. Yra žinomos ir daugiabranduolės ląstelės, be to, branduolių gali būti kelios dešimtys... Daugiabranduolių ląstelių ir branduolių šiose ląstelėse labai padaugėja kai kuriais patologinės būklės atvejais.

Branduolio forma daugiausia priklauso nuo ląstelės formos; ji gali būti ir visiškai netaisyklinga. Pavyzdžiui, apvalių arba labai panašių į rutulį, kubo formos arba daugiasienių ląstelių branduoliai paprastai esti apvalūs... Ištįsusių, ritinio arba prizmės formos ląstelių (raumenų, kai kurių epitelinių audinių) branduoliai dažniausiai esti elipsoido formos. Tačiau dažnai taisyklingos

geometrinės formos ląstelėse galima pamatyti įmantriausių kontūrų branduolius. Tokie segmentuoti rangyti leukocitų branduoliai, plokšti su labai išraižytu kontūru liaukų ląstelių branduoliai...

Branduolio forma gali įvairuoti priklausomai nuo ląstelės funkcinės būklės, atspindėdama jos aktyvumą, pavyzdžiui, sekrecinį...

Branduolio dydis įvairuoja net vieno tipo ląstelių, keisdamasis įvairiais tos pačios ląstelės, pavyzdžiui, sekrecinių liaukų, funkcionavimo etapais...

Skirtinga branduolio padėtis priklauso nuo ląstelės būklės. Branduolių judėjimas daugiau pasyvus, juos pastumia sekretas arba medžiagos, besikaupiančios citoplazmoje...

Fiksuotos ląstelės branduolyje paprastai galima matyti: 1) branduolio apvalkalą, ryškiai išsiskiriantį ir iš branduolio, ir iš citoplazmos pusės; 2) branduolėlius — sferinius kūnelius, specifiškai nusidažančius baziniais dažais; tipiška branduolėlių savybė, nulemianti jų atspalvį,— didelė ribonukleoproteidų koncentracija; 3) siūlelius ir gurvuolėlius, arba tankiai pasklidusius, arba susikoncentravusius į didelius telkinius; šios struktūros parodo būdingas dezoksiribonukleoproteidų reakcijas, ir visos kartu nuo seno vadinamos chromatinu... 4) nedažytą arba silpnai acidofilinę[1] masę, užpildančią branduolį tarp jo struktūrų,— karioplazmą, arba branduolines sultis.

Nagrinėjant branduolį pro elektroninį mikroskopą, matyti tie patys pagrindiniai komponentai: apvalkalas, branduolėliai, chromatinas ir branduolinės sultys...

Branduolio klampumas įvairuoja tiek skirtingų audinių ląstelėse, tiek esant įvairiai tos pačios ląstelės fiziologinei būklei. Daugeliu atvejų branduolio turinio klampumas tik truputį tesiskiria nuo vandens klampumo. Šiais atvejais branduolio turinys lengvai išteka, sužalojus apvalkalą. Kitų ląstelių, pavyzdžiui, kai kurių pirmuonių, branduolys yra tankios, drebutinės konsistencijos. Tokių ląstelių branduolius galima išlupti mikroadatomis, nepažeidžiant gyvo branduolio struktūros... Tankiausia branduolio ir visos ląstelės struktūra — branduolėlis... Branduolio tankis paprastai didesnis už citoplazmos tankį... Iš branduolio struktūrų didžiausias tankis yra branduolėlio, po to chromatino ir mažiausias — branduolinių sulčių... Pagrindinę branduolio masę — 70—96% sauso branduolio — sudaro baltymai. Bendras branduolio baltymų kiekis nevienodas ne tik įvairių audinių, bet ir tos pačios ląstelės gyvenimo cikle. Kinta ir branduolio baltymų sudėtis...

Iš branduolio baltymų gausumu pasižymi nukleoproteidai — baltymai, susijungę su nukleininėmis rūgštimis...

...Bendras baltymų kiekis branduolyje gerokai didesnis už nukleininių rūgščių kiekį. Baltymų ir nukleininių rūgščių santykis

[1] Acidofilinė — rūgšti. — *Sud.*

daugumoje citocheminiais metodais ištirtų ląstelių lygus 10 : 20... DNR koncentracija branduolyje daugeliu atvejų yra didesnė už RNR koncentraciją. Tačiau yra žinoma ir tokių ląstelių branduolių, kuriuose DNR ir RNR kiekiai maždaug vienodi arba netgi RNR būna daugiau, negu DNR...

Išskyrus nedaugelį išimčių, DNR lokalizuojasi tiktai branduolio chromatino struktūrose, o RNR — branduolyje, chromatine, branduolinėse sultyse ir įvairiuose citoplazmos organoiduose. Branduolėlyje RNR koncentracija kelis kartus didesnė, negu kitose branduolio dalyse. Tačiau pagrindinė branduolio RNR masė esti ne branduolėlyje... Be to, branduolyje yra baltymų, nesusijusių su nukleininėmis rūgštimis.

Ten pat, p. 269—274.

Branduolio vaidmuo ląstelės gyvybinėje veikloje

Galutinis enukleacijos[1] efektas — ląstelės žuvimas. Tačiau laikas, kurį egzistuoja bebranduolis fragmentas, ir jo apykaitos sutrikimo intensyvumas įvairių vienaląsčių gana skirtingas... Amebos gali gyventi be branduolio 2—3 savaites. Tačiau, jau praėjus 30 sekundžių po enukleacijos, lėčiau susidaro jų pseudopodijos, o po kelių minučių bebranduolis fragmentas liaujasi judėjęs, suapvalėja ir nesugeba prisitvirtinti prie substrato. Tuo pačiu metu, irgi praėjus keletui minučių po branduolio pašalinimo, fragmentai nustoja gaudyti maisto daleles; 15—20 gyvenimo dienų bebranduoliai fragmentai ištisai badauja. Praėjus 3 valandoms po operacijos, aminorūgštys skverbiasi į bebranduolį fragmentą kelis kartus lėčiau, palyginti su „branduoline“ dalimi, o po 2—3 dienų — maždaug 20 kartų lėčiau. Pirmą dieną po branduolio pašalinimo bebranduolėje ląstelės dalyje ima mažėti baltymai, ir po savaitės pradinis baltymų kiekis sumažėja 50 procentų. Praėjus 2—3 dienoms po operacijos, pradeda mažėti RNR kiekis... Taigi branduolio pašalinimas gerokai sulėtina baltymų apykaitą ir visiškai sustabdo RNR apykaitą. Enukleacija atsiliepia ir citoplazmos struktūrų morfologijai. Po enukleacijos citoplazmoje sumažėja ribosomų, gerokai pabrinksta mitochondrijos.

Ten pat, p. 328—329.

Branduolio apvalkalas

Stebint gyvą ir fiksuotą ląstelę, gerai matyti, kad branduolio turinys atribotas nuo jį supančios citoplazmos... branduolį nuo citoplazmos skiria membraninė struktūra... Pro mikroskopą matomas branduolio apvalkalas dalija ląstelę į dvi pagrindines da-

[1] Enukleacija — branduolio pašalinimas. — *Sud.*

lis, branduolį ir citoplazmą, kurios skiriasi morfologinėmis bei fizinėmis-cheminėmis savybėmis ir turi skirtingą fiziologinę reikšmę. Kita vertus, pro branduolio apvalkalą vyksta medžiagų apykaita tarp branduolio ir citoplazmos. Dabartiniais duomenimis, branduolio ir citoplazmos tarpusavio sąveika gerokai priklauso nuo branduolio apvalkalo aktyvumo.

Tokio aktyvumo požymiai gali būti nuolat pastebimi branduolio apvalkalo kontaktai su chromatinu ir branduolėliu bei kontaktai su citoplazmos struktūromis... Branduolio apvalkalas kai kuriomis savybėmis skiriasi nuo ląstelės apvalkalo... Pavyzdžiui, branduolio membrana visiškai negali atstatyti sužalojimų, kaip ląstelės membrana. Netgi dėl nedidelio branduolio membranos įtrūkimo neišvengiamai sunyksta branduolys, o tuo pačiu ir visa ląstelė. Sužalojus dvibranduolės ląstelės vieną branduolį, sužalotasis sunyksta, tačiau ląstelė paprastai lieka gyva antrojo branduolio sąskaita. Nesugebėjimo atstatyti defektus priežastis greičiausiai yra branduolio apvalkalo teigiamas elektros krūvis. Ląstelės membrana, kaip žinome, turi neigiamą krūvį. Sužalojus citoplazmos paviršinį sluoksnį, ląstelės apvalkalas gerai atsistato. Atsistatymo procesas vyksta, tik dalyvaujant Ca^{++} jonams. Sužalotas branduolio apvalkalas niekada neatsistato, ir tai gali būti dėl apvalkalo ir kalcio jonų krūvių panašumo...

Branduolio apvalkalo cheminė sudėtis nepakankamai ištirta. Yra žinoma, kad šios struktūros pagrindą sudaro netirpstantys baltymai, susijungę su lipidais... Kaip parodė tyrimai pro elektroninį mikroskopą, branduolio apvalkalas yra dvisluoksnis... Branduolio išorinės membranos išaugos susijungia su stambesniais endoplazminio tinklo vamzdeliais ir cisternomis, sudarydamos vientisą susisiekiančių vamzdelių sistemą...

Branduolių membranose matyti tolygiai išsimėčiusios poros... Porų rasta įvairių rūšių žinduolių, paukščių, varliagyvių, žuvų, dygiaodžių, vabzdžių, kirmėlių, minkštakūnių, pirmuonių, aukštesniųjų ir žemesniųjų augalų visų tyrinėtų ląstelių branduolių apvalkaluose...

...Poros nepaverčia branduolio apvalkalo rėčiu, pro kurį lengvai praeina bet kokios molekulės. Pora — sudėtingas darinys, tai nėra tik anga. Medžiagų patekimas pro porą — jos turinio aktyvios veiklos pasekmė...

Taigi branduolio apvalkalas — sudėtinė specializuota ląstelės membranų sistemos dalis. Kaip ir endoplazminis tinklas, branduolio apvalkalas gali vykdyti baltymų sintezės funkciją. Kita vertus, branduolio apvalkalo padėtis tarp branduolio ir citoplazmos bei morfologinės detalės išskiria jį iš kitų citoplazmos membranų. Turėdama apvalkalą, gali egzistuoti tam tikra vidinė branduolio terpė, skirtinga, negu ją gaubianti citoplazma, bet į apvalkalo funkciją negalima žiūrėti tik kaip į pasyvų barjerą, skiriantį branduolį nuo citoplazmos.

Ten pat, p. 275, 277—278, 280—283.

Branduolėliai, jų reikšmė ir pagrindinės savybės

Branduolėliuose beveik visada gausu RNR. Paprastai jie gerai matyti gyvuose branduoliuose netgi tais atvejais, kai chromatino struktūros sunkiai atskiriamos. Jie labai laužia šviesą, yra tankios konsistencijos ir didelio tankio. Branduolėlių skaičius ir įvairių rūšių, ir skirtingų tos pačios rūšies audinių labai nevienodas... Dažniausiai branduolyje yra 1—2 branduolėliai.

Daugumos audinių ląstelių branduolėliai yra sferiniai. Stambių, aktyviai sintetinančių RNR ir baltymus ląstelių branduolėlis dažnai pasidaro amebos formos arba labai išsišakoja.

Branduolėlių padėtis branduolyje taip pat nepastovi. Branduolių, turinčių vieną branduolėlį, pastarasis paprastai esti netoli centro. Kai branduolėlių yra daug, jie gali būti netvarkingai pasklidę visame branduolyje (infuzorijų makronukleusai) arba išsidėstę periferinėje branduolio dalyje (daugelio oocitų kraštiniai branduolėliai). Daugumos ląstelių branduolėliai panašūs į standžius kūnelius, kartais turinčius vakuoles.

Būdingas branduolėlių komponentas yra fibriliniai dariniai, vadinami nukleolonema... Nukleolonema primena rangytą arba susuktą į kamuolį mazgūotą siūlą, kuris nugrimzdęs pagrindinėje branduolėlio medžiagoje. Kai kurių tyrinėtojų nuomone, nukleolonema esti visų ląstelių branduolėliuose. Vykstant mitozei, branduolėliai dažniausiai ištirpsta; tuo atveju nukleolonema, šių autorių nuomone, nesuyra, o pereina į chromosomas ir kartu su jomis patenka į dukterinius branduolius, kuriuose produkuoja naujus branduolėlius.

«Введение в цитологию», под ред. проф. В. П. Михайлова. Л., «Медицина», 1968, p. 62—63.

...Branduolėlių tyrimai pro elektroninį mikroskopą parodė, kad jie neturi savo apvalkalo, juos sudaranti medžiaga niekuo neatribota nuo branduolinių sulčių... Pagrindinė branduolėlio masė susideda iš smulkiausių ribonukleoproteido grūdelių, panašių į citoplazmos ribosomas. Šių grūdelių skersmuo apie 150 Å. Branduolėliuose įžvelgiamos ir ploniausios fibrilės (80—100 Å skersmens).

Kai kuriems tyrinėtojams pavyko išskirti grynus branduolėlius, remiantis dideliu jų tankiu. Šiuose branduolėliuose RNR rasta nuo 2,2 iki 5% (sausos masės). Lyginant branduolėlyje ir visame branduolyje esantį RNR kiekį, matyti, kad didžioji dalis branduolio RNR glūdi branduolėlyje (nors po nedaug jos yra ir chromosomose, ir branduolinėse sultyse).

Baltymai sudaro apie 90% branduolėlių sausos medžiagos. Juose gausu fosforo, todėl, reikia manyti, kad didelė dalis branduolėlių baltymų yra fosfoproteidai. Kita jų dalis, tikriausiai pati didžioji, yra junginyje su RNR ir sudaro ribonukleoproteidą, iš kurio susideda pro elektroninį mikroskopą matomos branduolėlio ribosomos...

Izoliuotuose branduolėliuose randama taip pat lipidų... Iš smulkiamolekulinių medžiagų... yra laisvųjų nukleotidų, t. y. sudėtinių elementų, iš kurių sintetinasi nukleininės rūgštys. Branduolėlių fermentai dar mažai teištirti...

Mitozės pradžioje senieji branduolėliai suyra, o telofazėje branduolėliai vėl susidaro, bet griežtai nustatytose tam tikrų chromosomų srityse...

Branduolėliai yra viena kintamiausių ląstelės struktūrų. Įvairūs pakitimai, susiję su ląstelių fiziologiniu aktyvumu, paprastai atsispindi jų struktūroje, dydžiuose ir „elgesyje". Pavyzdžiui, ląstelės, aktyviai sintetinančios baltymus, dažniausiai turi stambius branduolėlius, kuriuose gausu RNR. Branduolėlių RNR apykaita ypatingai aktyvi. Žymėtieji pirmtakai į nukleoliarinę RNR įsijungia bet kuriuo ląstelės ciklo metu. Ir branduolėlis „žymisi" daug intensyviau, negu bet kuri kita ląstelės struktūra. Daugybė duomenų rodo, kad RNR, sintetinama branduolėliuose, gali pereiti į citoplazmą...

...Iš anksčiau pateiktų duomenų galima padaryti tris išvadas: 1) *branduolėliai susiję su chromosomomis ir susidaro, joms tiesiogiai dalyvaujant;* 2) *branduolėliuose sintetinasi RNR;* 3) *branduolėlio RNR gali pereiti į citoplazmą.*

Ten pat, p. 63—64, 65—66.

Branduolinės sultys

Branduolinės sultys, arba kariolimfa, yra ta terpė, kurioje skendi išbrinkusios, despiralizuotos chromosomos ir interfazinio branduolio branduolėliai. Branduolinės sultys yra skystis ir turi palyginti mažai sausosios medžiagos...

Branduolinių sulčių kiekis gali būti įvairus. Vieni branduoliai turi mažai kariolimfos... Kituose jos yra daugiau (kepenų ląstelėse, oocituose).

Branduolinių sulčių cheminės sudėties duomenys leidžia manyti, kad izoliuotų branduolių baltymų globulino frakcija beveik visa yra jose. Čia pat aptikta nedaug ir RNR, tiek jos smulkiapolimerinių tirpių formų, tiek stambiapolimerinio ribonukleoproteido.

Ten pat, p. 67.

Endoplazminis tinklas

Endoplazminis tinklas buvo aptiktas citoplazmoje palyginti neseniai (1945—1946 m.). Jo atradimas yra didelio etapo, vystant mokslą apie smulkią citoplazmos sandarą, užbaiga ir gerokai pakeitė mūsų pažiūras į jos struktūrinę organizaciją. Tyrinėti endo-

plazminį tinklą tapo galima tik tada, kai biocheminiams ląstelių tyrimams buvo pradėtas plačiai taikyti frakcionavimo metodas, o citologai ląstelės struktūras ėmė tyrinėti pro elektroninį mikroskopą.

Pagal šiuo metu labiausiai paplitusią pažiūrą... endoplazminis tinklas yra išsišakojęs tinklas vamzdelių, atskirtų dvigubomis membranomis. Šių vamzdelių forma labai įvairi... Daugybė tyrimų pro elektroninį mikroskopą leido nustatyti, kaip apskritai išplitęs endoplazminis tinklas gyvūnų ir augalų įvairių audinių ląstelėse.

Tai, kad endoplazminis tinklas yra visose be išimties ląstelėse, rodo, jog jis ląstelėse atlieka labai svarbias ir, matyt, įvairias funkcijas... Dabar tvirtai nustatyta, kad jis dalyvauja baltymų sintezėje...

Endoplazminio tinklo vamzdeliai veikiausiai ne tik „eksportuoja" įvairius, jiems dalyvaujant, susintetintus produktus, bet ir priima atkeliavusius iš šalies...

Geriausiai ištirtas pastovus ryšys tarp endoplazminio tinklo ir branduolio apvalkalo... Dėl šio ryšio endoplazminis tinklas dažnai net laikomas bendra vidine ląstelės cirkuliacine sistema, prasidedančia branduolio apvalkale...

Visuotinis endoplazminio tinklo paplitimas, tam tikri jo struktūros ir funkcijų dėsningumai leidžia jį laikyti nauju, elektroninės mikroskopijos epochoje atrastu bendros reikšmės organoidu, susijusiu pirmiausia su vidiniais citoplazmos medžiagų sintezės ir cirkuliacijos procesais.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», p. 173—175, 178, 180—181.

Mitochondrijos

Mitochondrijų (chondriosomų) praktiškai esama daugialąsčių ir vienaląsčių organizmų, tiek gyvūnų ir augalų visų tipų ląstelėse, tiek ir mielių ląstelėse. Išimtis tėra tik nedaugelis pirmuonių, nuolatos gyvenančių anaerobinėmis sąlygomis, ir bakterijų ląstelės, kuriose tipiškų mitochondrinių struktūrų paprastai nėra... Visuotinis mitochondrijų paplitimas gyvūnijoje ir augalijoje rodo, kad ląstelėje jų vaidmuo yra svarbus...

Fizinėmis savybėmis, chemine sudėtimi, taip pat fiziologine funkcija mitochondrijos daug kuo skiriasi nuo jas supančios citoplazmos. Mitochondrijos yra daugiau drebutinė citoplazmos dalis...

Mitochondrijos gali būti įvairios formos — sferinės, apvalainos, ritinio, siūlo pavidalo, kartais kelis kartus išsišakojusios... Daugeliu atvejų mitochondrijų forma būdinga tam tikros rūšies audiniams, tačiau ji gali kisti, pasikeitus ląstelės būsenai...

Pro elektroninį mikroskopą mitochondrijos atrodo panašios į dvigubu apvalkalu apgaubtus pailgus arba apvalius kūnelius,

kurių vidinė ertmė pripildyta homogeninės arba smulkiagrūdės medžiagos (matrica) ir pertvarėlių arba keterėlių pavidalo dvisluoksnės membranos... Daugumos ištirtų mitochondrijų skersmuo yra nuo 0,2 iki 1μ, o ritinio formos mitochondrijų ilgis siekia iki 7μ... Siūlų pavidalo mitochondrijos gali būti daug ilgesnės (iki 15—20μ)...

Ten pat, p. 200—201.

Ryšys tarp mitochondrijų skaičiaus ir jų metabolinio aktyvumo lygio

Galima nustatyti ryšį tarp audinio arba organo mitochondrijų skaičiaus ir jų metabolinio aktyvumo lygio. Medžiagų apykaitos aktyvumo rodiklis yra audinio sunaudojamo deguonies lygis. Jis gali būti apskaičiuotas palyginti paprastai, nustatant deguonies koncentraciją kraujyje, atitekančiame į audinį ir ištekančiame iš jo.

Stambūs kūno organai (inkstai, širdis, kepenys, taip pat seilių liaukos) sunaudoja daugiausia deguonies masės vienetui. Šių organų tyrimai pro elektroninį mikroskopą parodė, kad juose yra nepaprastai daug mitochondrijų, o kiekviena atskira mitochondrija labai didelė ir turi tankios sanklodos vidines membranas. Taigi ryšys tarp mitochondrijų skaičiaus ir sunaudojamo deguonies lygio paprastas ir suprantamas. Gali atrodyti keista, kad seilių liaukos priskiriamos prie organų, sunaudojančių daugiau deguonies. Elektroninis mikroskopas tai įtikinamai paaiškina. Seilių liaukos, būdamos netoli ausies (paausio liauka), turi trijų tipų ląstelių, ir tik vieno tipo ląstelėse yra didelė mitochondrijų koncentracija. Šios ląstelės nepanašios į širdies arba kitų raumenų ląsteles ir, matyt, visiškai nėra susijusios su raumenų susitraukimais. Be to, jų struktūra nepaprastai panaši į inkstų siurbiančiųjų ląstelių struktūrą. Matyt, jų funkcija yra siurbti druskas ir vandenį.

Buvo suskaičiuotos daugelio tipų ląstelių mitochondrijos. Paprastai esama tiesioginės priklausomybės tarp ląstelių skaičiaus ir jų metabolinio aktyvumo, todėl elektroninė mikrofotonuotrauka parodo tam tikrą metabolinį audinių aktyvumą. Pavyzdžiui, palyginti neaktyviuose juosmens raumenyse mitochondrijų yra 50 kartų mažiau, negu širdyje. Raudonieji raumenys turi daugiau mitochondrijų, negu greit susitraukiantys, bet ir greit nuvargstantys baltieji raumenys [1]. Burunduko raumenys buvo ištirti žiemos

[1] ...Raumenys skirstomi į raudonuosius ir baltuosius. Raudonųjų raumenų skaidulose yra daug pigmento miohematino — raumenų hemoglobino, dalyvaujančio pernešant deguonį iš kraujo į raumenų skaidulų susitraukiančius elementus. Šie raumenys gausiai aprūpinami krauju, jų skaidulos plonesnės, negu baltųjų raumenų... Šių raumenų funkcijos skiriasi tuo, kad raudonieji raumenys susitraukia lėčiau, bet jų susitraukimas trunka ilgiau, ir jie ne taip greit nuvargsta.

Raudonieji raumenys atlieka daugiausia statinius veiksmus: padeda regu-

miego laikotarpiu, taip pat vasaros aktyvumo metu. Žiemos miego laikotarpiu ląstelėse rasta daugiau mitochondrijų, negu vasaros aktyvumo metu, ir tai leidžia daryti išvadą, kad miego laikotarpis — tai ne pasyvi gyvūnų būklė, o kova su mirtimi nuo šalčio, kai visos ląstelių „krosnelės" esti mobilizuotos gyvūno gyvybei palaikyti.

Visi šie tyrimai patvirtina, kad ląstelės kvėpavimas tiesiog proporcingas jos mitochondrijų skaičiui.

Б. Афцелиус. Анатомия клетки. М., «Просвещение», 1968, p. 27—28.

Mitochondrijų veiklos efektyvumas

Norint įsivaizduoti mitochondrijų veiklos efektyvumą, galima atlikti tokį apskaičiavimą. Darbas, kurį atlieka arklys per laiko vienetą, lygus vienai arklio jėgai. Visų mitochondrijų, esančių arklio galūnių raumenyse, sausa masė lygi 0,5—1 kg, ir šios visos mitochondrijos suteikia arkliui energijos dirbti. Mitochondrijų energija, tenkanti raumenų masės vienetui, lygi reaktyvinio lėktuvo variklių energijai, jam vertikaliai kylant. Mitochondrijų naudingumo koeficientas (n. k.) lygus maždaug 80%, o tai gerokai daugiau už daugelio variklių naudingumo koeficientą.

Ten pat, p. 19.

Mitochondrijų fermentai

Mitochondrijų membranos yra savotiškas struktūrinis pagrindas, prie kurio gali prisitvirtinti mitochondrijų fermentai, kaip pašto ženklai albumo puslapiuose. Darnius fermentų veiksmus lengviau suprasti, įsivaizduojant, kad ant membranos jie išsidėstę griežta tvarka.

Taigi vienas fermentas gali, pavyzdžiui, sukelti tam tikrą cheminę reakciją, o kitas greta esantis fermentas — reakcijos metu gauto produkto tolesnį kitimą. Pagal šią teoriją mitochondrijos yra fermentų ir jų kompleksų nešėjos. Tuo mitochondrijų fermentai iš esmės skiriasi nuo esančiųjų tirpale. Kadangi mitochondrijų organizacija yra struktūrinė, jų funkcinis efektyvumas esti didelis.

Ten pat, p. 20.

---

liuoti judesius ir palaikyti pusiausvyrą. Manoma, kad pirmiau susitraukia baltosios skaidulos, o po to pradeda veikti raudonosios skaidulos, tęsiančios baltųjų pradėtą judesį... Yra duomenų, kad, organizmui senstant, raudonųjų ir baltųjų skaidulų santykis raumenyse keičiasi. (Vertėjų pastabos — p. 152—153 — pateiktos sutrumpintos. — *Sud.*)

Pastaraisiais metais ypač intensyviai buvo tyrinėjamas vienas ląstelės komponentų — ribosoma. Ribosomos yra nedidelės dalelės — apie 150Å. Šios dalelės išsidėsčiusios ląstelėje labai įvairiai. Įvairaus tipo ląstelėse ir netgi vienodose, bet skirtingoje fiziologinėje būklėje esančiose ląstelėse ribosomos pasklidusios netvarkingai, dažnai susibūrusios į tam tikro dydžio grupes. Ribosomos gali būti susijusios su ląstelių membranomis, sudarydamos žiedus arba kilpas, taip pat keistos formos figūras; kartais ribosomos ant membranų būna išsidėsčiusios taisyklingomis eilėmis...

Pirmasis tyrinėtojas, atkreipęs dėmesį į šias daleles, į nuolatinį jų buvimą ląstelėje, taip pat į išvaizdos įvairumą, buvo Paladas. 1958 metais viename savo pranešimų jis pastebėjo: „Neretai, žiūrėdamas į šiuos įdomius ornamentus, patiriu tuos pačius jausmus, kaip ir prancūzų tyrinėtojai, kurie Napoleono žygių į Egiptą metu pirmą kartą susidūrė su hieroglifais..."

Tyrimai pro elektroninį mikroskopą parodė, kad kiekviena dalelė yra atskiras vienetas. Klausimas, kokiu pavidalu šios dalelės randamos gyvose ląstelėse (ar atskirų dalelių, kurių dydis apie 150Å, ar tokių vienetų telkinių pavidalu), neturi principinės reikšmės... Svarbu tai, kad Paladо dalelės tikrai gali egzistuoti dalelių pavidalu ir kad šias daleles galima pamatyti, suskaičiuoti ir nustatyti, kur jos yra ląstelėje.

Grynų izoliuotų dalelių preparatų cheminė analizė parodė, kad jose yra beveik vienodas kiekis RNR ir baltymų. Todėl jos ir buvo pavadintos „ribosomomis", t. y. granulėmis, turinčiomis ribonukleininės rūgšties...

...Taikydami specialią metodiką, tyrinėtojai gavo preparatus su dar didesne RNR koncentracija, negu apvalytos ribosomos. Tyrimai pro elektroninį mikroskopą parodė, kad šiuose preparatuose greta ribosomų esama labai plonų siūlelių. Buvo galima manyti, kad greta įprastų ribosomų yra ir kitokių, kurios, be baltymų ir RNR, turi siūlelius su dideliu kiekiu RNR, galbūt grynos RNR...

Paladas pirmasis iš tyrinėtojų stebėjo paslaptingas struktūras, sudarytas iš ribosomų grandinėlių. Naujieji tyrimo metodai leidžia gauti kontrastingesnes ir ryškesnes ribosomų grandinių mikronuotraukas, negu buvo gautos 1958 metais. Tokiose nuotraukose galima matyti, kad tarp ribosomų eina labai plonas siūlelis, kuris tikriausiai jas jungia, bet kartu leidžia joms būti nutolusioms viena nuo kitos per atstumą, lygų ribosomų skersmeniui. Kitaip tariant, matome ne tik vėrinio karoliukus, bet ir siūlą.

Dabar galima pradėti aiškinti ribosomų hieroglifus. Trumpos grandinės su keliomis ribosomomis turi atitikti trumpą molekulę — iRNR, taigi ir nedidelės molekulinės masės baltymų susidarymo vietą. Panašiai ilgos ribosomų spiralės turi atitikti didelės molekulinės masės baltymų susidarymo vietas. Taigi pagal ribo-

somų sandarą galima spręsti, kokie baltymai gali būti sintetinami: vienodos ar skirtingos molekulinės masės. Reikia manyti, kad ribosomų struktūrinė organizacija atspindi ląstelės sintetinę funkciją, nukreipiamą baltymui sudaryti.

Šią prielaidą galima patikrinti, tiriant ląsteles, specializuotas sintetinti kurį nors vieną specifinį baltymą, jeigu jo molekulinė masė yra žinoma. Tam labai tinka ląstelės, sudarančios raudonuosius kraujo kūnelius. Tokios ląstelės sintetina daugiausia hemoglobiną, kurio iRNR turi būti 1500 Å (apskaičiuota pagal hemoglobino molekulinę masę). Jeigu kiekvienos ribosomos skersmuo yra 150 Å ir ribosomos išsidėsčiusios kaip įprasta, t. y. su 150 Å intervalu, tai kiekvienoje iRNR molekulėje turi tilpti penkios ribosomos. Šio tipo ląstelių ribosomos turi atrodyti kaip vėrinys, kurį sudaro penki karoliukai. Tiriant ribosomas centrifūgavimo ir elektroninės mikroskopijos metodais, buvo galima matyti, kad agregatų, kuriuos sudaro penkios ribosomos, tokiose ląstelėse pasitaiko gana daug.

Kitų tipų ląstelių ribosomos iRNR siūlu nesujungtos...

Čia visiškai tiktų paklausti: kodėl, kad galėtų pradėti savo veiklą, ribosomos turi būti suvertos išilgai iRNR grandinės ir kas slypi už šio sudėtingo mechanizmo? Iš dalies taip yra todėl, kad tokio pobūdžio baltymų sintezės mechanizmo sujungimas naudingiausias ląstelei tik tada, kai reikia sintetinti specifinį baltymą. Kita tokio ribosomų struktūrinio išsidėstymo iRNR siūlo atžvilgiu priežastis yra ta, kad ši sistema gana judri: tos pačios ribosomos gali būti naudojamos įvairiems baltymams sudaryti priklausomai nuo to, kokią „instrukciją" jie gauna iRNR forma.

Pašalinus iš ląstelės ribosomas, po kelių minučių baltymo susidarymas joje sustotų, jeigu nepatektų nauja iRNR porcija. Šie ir kiti eksperimentų duomenys paprasčiausiai paaiškinami tuo, kad iRNR molekulės egzistuoja trumpą laiką, o ribosomos gyvena ilgai ir gali funkcionuoti per keletą ląstelių kartų.

Todėl ląstelėje, aktyviai sintetinančioje baltymą, ribosomos be paliovos aprūpinamos iRNR, ir patenkanti iRNR gali turėti tą pačią arba naują informaciją. Ląstelės branduoliui būdinga savybė palyginti greit perjungti ląstelę naujiems baltymams gaminti, sudarant naują informacinę RNR...

Ribosomos veikia, kai jose yra programa, ir jos gali būti naujai užprogramuotos naujos iRNR. Panašiai kaip perforuota juosta, įdėta į skaičiavimo-sprendimo įrenginį, priverčia mašiną skaityti instrukciją, informacinės RNR siūlas slenka pro ribosomas, arba, praktiškai tas pat, ribosomos slenka išilgai RNR grandinės ir skaito jos informaciją. Kai ribosomos pasiekia RNR molekulės pabaigą, skaitymas baigiasi ir šiuo momentu baltymo sintezė turi būti baigta. Tai reiškia, kad ribosomos, kurios suvertos išilgai informacinės RNR grandinės, dalyvauja baltymo sintezėje ne vienu metu: jos yra vienodų polipeptidinių baltymo grandinių sin-

tezės įvairiuose etapuose. Viename gale yra ką tik užverta ribosoma, pradedanti sintezę, o priešingame gale sintezė baigta ir ribosoma palieka siūlą.

Б. Афцелиус. Анатомия клетки. М., «Просвещение», 1968, p. 52, 53, 57, 58, 59.

Lizosomos — ląstelės virškinimo sistema

Lizosomos [1] yra mažyčiai maišeliai, turintys lašą aktyvių sulčių, kurios gali skaidyti daugumą gyvosios medžiagos komponentų beveik taip pat, kaip tai vyksta aukštesniųjų gyvūnų virškinamajame trakte. Lizosomos pagal atliekamas funkcijas teisėtai gali būti vadinamos ląstelės virškinimo sistema. Pirmą kartą lizosomas pavyko pastebėti 1955 metais žiurkės kepenų ląstelėse. Dabar mes žinome, kad jų galima rasti daugelyje ląstelių. Lizosomų ypač daug ir jos stambios tokiose ląstelėse, kaip makrofagai ir leukocitai, kurių pagrindinė funkcija, kaip žinoma, yra virškinimas. Lizosomos, matyt, turi tam tikrą reikšmę tokiuose itin svarbiuose procesuose, kaip kiaušialąstės apvaisinimas, ir galima manyti, kad ląstelių senėjimo procesai, taip pat kai kurios organizmo ligos yra susijusios su lizosomų normalios veiklos sutrikimu.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 205—206.

Goldžio kompleksas

...Dar prieš imant taikyti praktikoje naujausius citologinės analizės metodus, daugeliu tyrimų buvo nustatytas neabejotinas erdvinis ryšys su įvairių sekretų, metabolitų bei daugelio kitų ląstelei pašalinių medžiagų, ypač vitalinių dažų granulių, intarpus išskiriančiais komplekso elementais. Tai pastebėta įvairiausių objektų, visiškai skirtingų mikroskopine komplekso sandara, ląstelėse.

Kruopščiausius ir didžiausius darbus, tirdamas komplekso vaidmenį išskiriant įvairius, daugiausia sekretinius, intarpus... atliko Nasonovas [1], jo mokiniai ir bendradarbiai.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 195.

Aktyvi Goldžio komplekso veikla sekrecijos procese įrodyta gausiais citomorfologiniais tyrimais, pradedant klasikiniais Nasonovo darbais (1923, 1924). Nasonovas parodė, kad jaunos sek-

[1] Iš žodžių „lysis" — tirpdymas, „soma" — kūnas. — *Sud.*

[2] D. Nasonovas (1895—1957) — akademikas, įžymus rusų citologas. — *Sud.*

reto granulės kaupiasi Goldžio komplekso tinkle, ir pirmasis padarė prielaidą, kad Goldžio komplekse sekretas formuojasi į granules. Šią hipotezę patvirtino vėlesni tyrimai...

«Руководство по цитологии». Т. II. М.—Л., «Наука», 1966, p. 100.

Pinocitozė

Pinocitozės reiškinį atrado Liuisas... Buvo pastebėta, kad ląstelių išorinėje pusėje nuolat susidaro nedidelės išaugos, kurių kraštai kartkartėmis užsiveria, pagriebdami jų aplinkoje esantį skystį į nedidelę pūslelę. Liuisas pažymėjo, kad jo stebimas procesas labai primena gėrimo procesą, ir dėl to pavadino jį pinocitoze („pino"— geriu). Šis terminas aptiktąjį reiškinį padarė priešingą fagocitozei (phagos — ryjantis), žinomai nuo Mečnikovo laikų. Praėjus keletui metų po Liuiso tyrimų buvo paskelbta... apie ameboms būdingą pinocitozės reiškinį...

Vėliau analogiškas procesas buvo pastebėtas, tyrinėjant įvairiausias laisvas ir audinių ląsteles, be to, pinocitozės reiškinį imta laikyti vienu pagrindinių ir svarbių mechanizmų, kurio dėka į ląstelę patenka stambiamolekuliniai junginiai.

Anksčiau pažiūra į pinocitozę, kaip į ląstelės „gėrimą", buvo pagrindinis kriterijus šiam reiškiniui skirti nuo fagocitozės, o dabar vargu ar galima abejoti, kad, vykstant pinocitozei, kartu su skysčiu ir jame ištirpusiomis medžiagomis į ląstelę įtraukiama ir kietų dalelių — įvairių stambiamolekulinių junginių molekulių kompleksai.

Vienas sudėtingiausių klausimų, sprendžiant pinocitozės problemą, yra pinocitozės vakuolės turinio likimas. Kokiu būdu įsiurbtos medžiagos iš jos patenka į citoplazmą ir sunaudojamos ląstelės metaboliniams procesams? Šis klausimas iki šiol dar tebėra neišspręstas.

Taigi pinocitozė turi neabejotinai didelę reikšmę ląstelės vidiniam virškinimo procesui. Galima manyti, kad pinocitozės vakuolės kažkuo panašios į maisto virškinimo vakuoles, ir todėl, kaip nurodo daugelis autorių, pinocitozės reiškinys iš principo mažai skiriasi nuo fagocitozės. Pirmuonių, pavyzdžiui infuzorijų, fagocitozė sudaro tarytum pirmąją maisto virškinimo fazę, o vėliau nuo maistą virškinančiųjų vakuolių atskyla gausybė pinocitozės vakuolių, kuriose virškinimo procesas tęsiasi ir užsibaigia.

Galbūt, kad pinocitozės reiškinys — daugelio ląstelės membraninių struktūrų bendras sugebėjimas atverti pūsleles su jose esančiu turiniu.

Nėra abejonės, jog dar daug pinocitozės bruožų lieka neaiškūs. Tačiau vargu, ar dabar kuris nors citologas abejoja, kad pinocitozės vaidmuo ląstelės fiziologijoje yra didžiulis. Tolesni

šio reiškinio tyrimai neabejotinai turės didelę reikšmę bendrai medžiagų patekimo ir pasiskirstymo tarp ląstelės ir aplinkos problemai giliau suprasti.

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1965, p. 166—167, 171—172.

Ląstelės centras

Ląstelės centras yra citoplazmos organoidas, randamas įvairiose daugialąsčių gyvūnų, pirmuonių ir kai kurių augalų ląstelėse. Pirmą kartą šis organoidas aprašytas Flemingo...[1] ir Benedeno... ir iš pradžių pavadintas paskutiniu poliariniu kūneliu. Kadangi skirtingų tipų ląstelių poliarinių kūnelių mikroskopinė sandara yra labai įvairi, jie gavo daugelį kitų pavadinimų, iš kurių dabar labiausiai paplitęs yra ląstelės, arba mitozinis, centras, atspindintis ne atskiras struktūrines ypatybes, kurios gali įvairiai pasireikšti arba jų netgi nebūti, bet pagrindinę funkcinę reikšmę kaip ląstelės organoido, nulemiančio ląstelės mitozinio aparato poliarizaciją.

Be to, ląstelės centras turi tam tikrą orientuojantį poveikį aplinkinei citoplazmai, todėl daugelyje ląstelių dėl to gali susidaryti jos spindulinė zona — astrosfera...

Mitozės pradžioje dalijimosi būdu atsiradę abu ląstelės centrai yra tiesiogiai susiję su verpstės susidarymu, nulemdami viso mitozės proceso poliarinę orientaciją...

Vėlesni daugelio tyrinėtojų stebėjimai parodė, kad centrosoma, kaip ir dažnai ją gaubiantis radialinis žvaigždės spinduliavimas, nėra pastovus ląstelės centro komponentas, nes gali vystytis, o paskui tam tikrose mitozės ciklo fazėse išnykti. Taigi ląstelės centro pastovumo klausimas gali apsiriboti centriolių, jų reprodukcijos, dauginimosi, augimo ir funkcijų tyrimu. Centriolės yra labai nepalankus objektas mikroskopiniams tyrimams. Kai kurių ląstelių jos tokios mažos, kad jas vos galima įžvelgti pro biologinį mikroskopą; daugelio objektų centriolės gali būti pastebėtos tik tam tikrose mitozės stadijose, o kitais ląstelės ciklo periodais jų padėtis nustatoma pagal astralinių spindulių susikirtimo kampą...

Pastaruoju metu pradėjus naudotis elektroniniu mikroskopu, buvo ne tik galima patvirtinti, kad centriolių esama įvairių tipų gyvūninėse ląstelėse, bet ir, remiantis jau gana gausiais tyrimų duomenimis, pateikti suderintą nuomonę apie smulkią jų sandarą.

Ten pat, p. 222—224.

---

[1] Valteris Flemingas (1843—1905) — vokiečių citologas ir histologas. — *Sud.*

Specialios paskirties organoidai

Be bendro pobūdžio organoidų, citoplazmoje gali būti struktūrų, susijusių su funkcija, specifine tam tikro morfofiziologinio tipo ląstelėms. Šios struktūros paprastai laikomos specialios paskirties organoidais. Ypač dažnai jie atsiranda, ląstelei arba jos daliai prisitaikant atlikti vieną ar kitą judėjimo aktą (miofibrilės, blakstienėlės, dilgiosios kapsulės ir kt.), taip pat sukelti ir perduoti jaudinimą (neurofibrilės)...

Ten pat, p. 229.

Blakstienėlės ir žiuželiai

Specializuojantis ląstelei arba jos daliai atlikti judėjimo funkciją, joje gali atsirasti tam tikrų sutraukiamųjų struktūrų — plonyčių judrių citoplazmos išaugų, vadinamųjų blakstienėlių ir žiuželių, arba citoplazmoje esančių siūlinių struktūrų, miofibrilių. Blakstienėlių ir žiuželių turi ir laisvos ląstelės (žiužiuotos bakterijos, pirmuonys, spermatozoidai ir kt.), ir audinių (pavyzdžiui, virpamojo epitelio) ląstelės. Pirmuoju atveju jos paprastai padeda ląstelėms judėti skystyje, o antruoju — transportuoti įvairias medžiagas blakstienotomis ląstelėmis išklotų organizmo dalių paviršiumi. Blakstienėlės ir žiuželiai gali judėti panašiai kaip švytuoklė, kablys, piltuvas ir bangos. Žiuželiais vadinamos ilgos (150 μ ir ilgesnės) atskiros judrios citoplazmos išaugos, blakstienėlėmis — daug ir trumpų (paprastai iki 10 μ) išaugų; abiejų tipų struktūrų skersmuo artimas 0,2 μ; pirmuonys gali turėti iki 14 000 blakstienėlių ir iki 300 — daugialąsčių ląstelės...

«Введение в цитологию» под ред. прсф. В. П. Михайлова. Л., «Медицина», 1963, p. 107—108.

Blakstienėlių reikšmė

Blakstienėlės visada buvo mikroskopininkų mėgstamas tyrimų objektas... Pirma, jos yra taisyklingos struktūros, estetiškai malonios tyrinėtojo akiai. Antra, pro biologinį mikroskopą jas galima lengvai stebėti gyvų organizmų, todėl daug kas sužinota apie jų judėjimo pobūdį... Trečia, blakstienėlių struktūrinė sandara yra pastovi; vienaląsčių ir daugialąsčių augalų ir gyvūnų, imtinai iki žmogaus, visos blakstienėlės yra vienodos sandaros. Ketvirta, toks struktūrinis pastovumas nėra absoliutus: pastebėta kai kurių blakstienėlių sandaros nukrypimų, ląstelėms pereinant iš vieno tipo į kitą. O tai, žinoma, dar labiau sudomino tyrinėto-

jus. Kas šitai lemia? Ar tokie pakitimai atsiranda, vykstant evoliucijai, ar jie susiję su tam tikrų funkcijų atlikimu? Ar tokius skirtumus galima sieti su blakstienėlių veiklos pobūdžiu, o jeigu taip, tai ar gali struktūrinis kintamumas padėti išaiškinti blakstienėlių veiklos mechanizmą? Penkta, blakstienėlių randama ląstelėse, kuriose tyrinėtojas mažiausiai tikisi jų rasti, pavyzdžiui nervų ląstelėse. O tai neleidžia užgesti ginčams apie blakstienėlių vaidmenį. Ir pagaliau tenka pripažinti, kad blakstienėlės turi beveik visus tuos bruožus, kuriuos esame įpratę vadinti specifiniais gyvosios materijos požymiais: jos gali judėti, yra dirglios, praleidžia impulsus, jose vyksta medžiagų apykaita, jos rodo sekretinį aktyvumą, yra sudėtingos sandaros ir, be to, turi savo specifinių bruožų. Blakstienėlės labai mažos, todėl jas sunku tyrinėti pro biologinį mikroskopą. Jų storis (0,2 μ) atitinka mikroskopo galimybių ribą...

Blakstienėlės ir žiuželiai yra vienodos ultrasmulkios sandaros... Būdinga tai, kad žiuželiai susideda iš 11 gijų, einančių išilgai žiuželio, devynios jų išsidėsčiusios periferijoje, sudarydamos žiedą, o dvi yra šio žiedo viduje... Kompleksas 9+2 apsuptas membrana, kuri kartu yra ir ląstelės membrana, nors dažnai vadinama blakstienėlių membrana...

Blakstienėlę (arba žiuželį) išjudina pačioje struktūroje esantis mechanizmas, t. y. blakstienėlė susilenkia pati.

Б. Афцелиус. Анатомия клетки, М., «Просвещение», 1968, p. 82—83, 84, 86.

Baltymų biologinės sintezės ir genetinio kodo problema

Visi pagrindiniai molekulinės genetikos laimėjimai vienaip arba kitaip padėjo atskleisti baltymų sintezės paslaptį. Šios problemos sprendimas savaime yra pirmaeilės reikšmės, jeigu nelaikysime, kad būtent šios problemos iššifravimas leis išspręsti vieną svarbiausių dabartinės biologijos uždavinių — atskleisti individualaus vystymosi paslaptį, nes kaip tik baltymų vaidmuo yra lemiamas visuose be išimties organizmo gyvybinės veiklos procesuose. Kiekvieną biocheminę organizmo reakciją katalizuoja specialus baltymas. Štai kodėl baltymų biosintezės problemą galima laikyti centrine dabartinės biologijos problema. Dabartinė genetika įrodė, kad, vadovaujantis vaidmuo, nulemiant specifinę baltymų struktūrą, priklauso dezoksiribonukleininės rūgšties molekulei, kurios nedidelė dalelė šiandien visiškai pagrįstai vadinama genu.

С. И. Алиханян. Современная генетика. М., «Наука», 1967, p. 157—158.

DNR vaidmuo biosintezėje

Norint suvokti, kokiu būdu DNR valdo baltymų sintezę ląstelėje, reikia, be visa kita, surinkti daugybę duomenų apie baltymų struktūrą ir jų sintezę apskritai, nesiejant su ląstele. Tačiau, suteikdami DNR pagrindinį vaidmenį baltymų sintezėje, susiduriame su logišku sunkumu, kurį reikėtų nagrinėti pačioje pradžioje. Susidarant ilgoms DNR grandinėms, dalyvauja iš viso keturi skirtingi nukleotidai, o susidarant polipeptidinėms baltymų grandinėms,— 20 aminorūgščių.

Taigi genetinė informacija, esanti DNR ir užrašyta joje keturių raidžių raidynu, turi būti perduota kitai molekulei išversta į dvidešimt raidžių raidyną, kurį, beje, sudaro visiškai kitos raidės. Kokiu būdu ši informacija iššifruojama ir perduodama? Įtikinamiausia prielaida yra tokia, kad nukleotidai sudaro tam tikras sritis, po tris ar keturis nukleotidus kiekvienoje, be to, kiekviena tokia sritis atitinka tam tikrą aminorūgštį. Dėl to informacija, užrašyta DNR keturių raidžių raidynu, gali nulemti baltymo struktūrą, užrašytą dvidešimt raidžių raidynu.

Visos ląstelės sintetina baltymus; be to, vienose ląstelėse ši sintezė vyksta be paliovos, o kitose — tik tam tikru jų gyvenimo ciklo laikotarpiu. Ląstelėse susidarantys baltymai nepaprastai įvairūs; jie skiriasi molekulių forma ir dydžiu, chemine sudėtimi ir fizinėmis savybėmis. Tačiau nepriklausomai nuo savo funkcijos, taip pat nuo molekulių dydžio bei formos, tirpumo ar fermentinio aktyvumo visi baltymai turi vieną bendrą bruožą — visi jie sudaryti iš palyginti paprastų aminorūgščių molekulių. Baltymų sintezė iš šių smulkesnių vienetų gana paprasta — tai atskirų aminorūgščių susijungimas į ilgas grandines. Žinoma, įvairių baltymų grandinės ilgis ir aminorūgščių seka skirtingi. Tačiau svarbiausias struktūrinis vienetas — jungianti grandis, nulemianti grandinės nenutrūkstamumą,— visada tas pats; tai peptidinė jungtis, kuria vienos aminorūgšties karboksilo grupė (COOH) prisijungia prie kitos aminorūgšties aminogrupės (NH_2).

Peptidinės jungtys, sujungiančios aminorūgštis skirtinga seka, yra pagrindinės grandys, kurių nesudarius, neįmanoma baltymų arba smulkesnių polipeptidų sintezė nei ląstelėje, nei mėgintuvėlyje...

Perduoti informacijai iš DNR, esančios branduolyje, į pagrindinę baltymų sintezės vietą citoplazmoje ląstelė naudoja tarpininku kitą polinukleotidą — ribonukleininę rūgštį (RNR). RNR molekulė vietoj dezoksiribozės turi kitą cukrų — ribozę, o iš azotinių bazių joje yra adeninas, guaninas ir citozinas, taip pat uracilas, kuris čia pakeičia dezoksiribonukleininėje rūgštyje esantį timiną. Kaip ir DNR molekulėje, įvairūs RNR nukleotidai sujungti savo fosforo grupėmis ir sudaro ilgas grandines.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 56—57.

Kad RNR būtina baltymų sintezei, jau imta suprasti prieš 20 metų, kai T. Kaspersonas ir Ž. Brašė nustatė, jog visuose audiniuose, sintetinančiuose, organizmui augant arba dauginantis, daug baltymų, visada gausu RNR. Labai daug RNR yra, pavyzdžiui, šilkverpio lervų šilką išskiriančių liaukų ląstelėse, kurios gamina baltymus fibroiną ir sericiną, įeinančius į šilko siūlo sudėtį. Daug RNR turi tokios specializuotos žinduolių ląstelės, kaip kasos arba kepenų, kuriose sintetinami baltymai, paskui išnešiojami į kitas organizmo dalis...

Daugelio tyrimų rezultatai vertė manyti, kad RNR tiesiog dalyvauja baltymų sintezėje, tačiau tik neseniai pavyko parodyti, kad RNR funkcija yra teikti informaciją, reikalingą tam tikrai aminorūgščių sekai peptidinėse grandinėse susidaryti...

Remiantis visais turimais duomenimis, galima tarti, kad RNR, esanti ribosomose, yra šablonas arba matrica, nulemianti aminorūgščių išsidėstymo baltymų grandinėse seką. Nukleotidų seka šioje RNR atgamina informaciją, užkoduotą pagrindinėje matricoje — DNR molekulėse, esančiose ląstelės branduolyje...

1957 m. iš kelių laboratorijų gauti pranešimai, kad rasta smulkiamolekulinė RNR, kuri perneša aktyvintas aminorūgštis prie ribosomų. Šios transportinės RNR funkcija yra kiekvieną aminorūgštį pristatyti į ribosomos matricinėje RNR jai skirtą vietą. Pagal šią pažiūrą, kurią išdėstė Krikas ir kiti, yra apie 20 skirtingų transportinių RNR, ir kiekviena jų specifinė tam tikrai aminorūgščiai ir gali taip pat nustatyti tam tikras specifines sritis matricoje. Iš tikrųjų nukleotidų seka trumpose smulkiamolekulinės RNR grandinėse nulemia jos sugebėjimą vykdyti šias dvi labai specializuotas reakcijas...

Specifinė genetinė informacija užkoduota dezoksiribonukleininėje rūgštyje nukleotidų išsidėstymo seka. Kadangi bazės susijungusios poromis, ši seka atsigamina, susidarant arba naujoms DNR molekulėms, kurios perduodamos naujoms ląstelėms, arba matricinės RNR molekulėms, reikalingoms baltymų sintezei. Specifinė nukleotidų seka ribosomų matricose — tai užkoduota informacija, nulemianti aminorūgščių seką atskiruose baltymuose. Transportinė RNR perskaito šią seką ir atitinkama seka išdėsto aminorūgštis. Po to pradeda susidaryti peptidinės jungtys, kurios yra labai specifiškos (ir susidaro labai sparčiai), o dėl to atsiranda rūšiai būdingos baltymų molekulės. Šie baltymai, kurių daugelis yra fermentai,— tai priemonės, padedančios ląstelei sintetinti daugybę kitų molekulių (purinų, pirimidinų, aminorūgščių, angliavandenių, riebalų, sterinų, pigmentų ir kt.), reikalingų jos struktūrai ir funkcijoms išlaikyti.

Ten pat, p. 57—58, 60, 61, 62, 64—65.

Genetinės informacijos perdavimas iš DNR

Iš viso to, kas pasakyta, aišku, kad genetinė informacija iš DNR, esančios chromosomose, perduodama į tas ląstelės sritis, kuriose sintetinami baltymai.

...Turima duomenų, kad ląstelėje glūdi kažkokia reguliuojanti sistema su grįžtamuoju ryšiu — sistema, kurios veiklos kryptis — iš citoplazmos į chromosomas. Kai kuriais atvejais grįžtamasis ryšys atsiranda greit ir veikia labai trumpai...

Evoliucijos procese gemalinių ląstelių chromosomos įgijo savybę perduoti iš kartos į kartą genetinę informaciją, kurios dėka organizmas prisitaiko prie aplinkos. Gemalinės ląstelės DNR evoliucijos eigoje įgijo savybę valdyti fermentų ir kitų baltymų, būtinų gyvam organizmui, sintezę. Svarbiausia čia yra tai, kad kitimai, įvykę evoliucijos eigoje vieno ar kito organizmo gemalinių ląstelių DNR molekulėse, nėra tiesioginė grįžtamosios įtakos, einančios iš citoplazmos į branduolyje esančias chromosomas, pasekmė. Pakitimai pačioje DNR, daugumos dabartinių biologų nuomone, yra mutacijų ir atrankos pasekmė.

Ten pat, p. 65—66.

DNR reikšmė

Dabar DNR laikoma pagrindiniu genetiniu ląstelės komponentu, perduodančiu užkoduota forma informaciją iš ląstelės į ląstelę ir iš organizmo į organizmą. Ribonukleininė rūgštis (RNR) taip pat gali perduoti genetinę informaciją, pakeisdama DNR kai kuriuose virusuose ir atlikdama tarpininko vaidmenį, transkribuojant genetinę informaciją įvairių specifinių ląstelės baltymų susidarymo eigoje...

...Genetinė informacija perduodama trimis etapais: 1) DNR molekulės *reduplikacija* ir, vadinasi, tos genetinės informacijos, kuri slypi joje, atgaminimas tam tikru matriciniu mechanizmu; 2) šios informacijos *transkripcija* į įvairias RNR molekules; 3) šios informacijos *transliacija* į įvairius ląstelių baltyminius komponentus, iš jų ir fermentus...

Dar labiau domina klausimas, kaip keičiasi DNR kiekis per ląstelės gyvenimo ciklą. Tyrinėtojai kaip tik bando išaiškinti DNR kiekio padvigubėjimo momentą ląstelės ciklo eigoje...

...Diploidinis DNR kiekis (*2c*) iš pradžių padvigubėja (*4c*), o paskui po dviejų mejozinių dalijimųsi sumažėja iki haploidinio (*1c*). Po to DNR kiekis vėl padidėja prieš mitozinį dalijimąsi ir žiedadulkinių grūdelių susidarymą.

...Pasidalijus dukterinėms ląstelėms, telofazėje tam tikrą laiką (periodą G_1) DNR kiekis lieka pastovus (*2n* lygio). Po to staiga dėl nežinomų iki šiol priežasčių prasideda DNR sintezė, dėl

kurios per *S* periodo laiką DNR kiekis padvigubėja. Tarp reduplikacijos pabaigos ir kito dalijimosi pradžios yra antrasis „tuščias" periodas (G_2), per kurį DNR kiekis išlieka pastovus, bet jau *4n* lygio...

Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 303, 309, 310.

DNR reduplikacijos molekulinis mechanizmas

Pagal Votsono ir Kriko hipotezę..., jų suformuluotą 1953 m., DNR reduplikacijos molekulinis mechanizmas yra toks: iš pradžių dvispiralė DNR molekulė išsivynioja ir abi jos grandinės atsiskiria viena nuo kitos; po to kiekviena jų veikia kaip matrica, ant kurios sintetinasi jai komplementinė grandinė. Kiekviena DNR molekulė per ciklą reduplikuojasi tik vieną kartą; visiškai gali būti, kad tiesioginis signalas sintezei pradėti yra DNR molekulės dvigubos spiralės išsivyniojimas tam tikrame taške. Manoma, kad šį mechanizmą paskatina veikti paprastas dviejų DNR grandinių išsiskyrimas; kai tik šitai įvyksta, laisvi nukleotidai išsirikiuoja išilgai matricos tokia seka, kurią nulemia komplementinis principas, ir linijiškai susijungia, padedant DNR polimerazės fermentui...

Esant tokiam reduplikacijos mechanizmui, tik pusė susidariusios molekulės turi susisintetinti iš naujo, o kita pusė lieka motininės molekulės... Ne vienu bandymu buvo nustatyta, kad iš tikrųjų taip ir yra.

Ten pat, p. 311—312.

DNR modelis pagal Votsoną—Kriką

Biologai ėmė ypač domėtis DNR struktūra po to, kai, remdamiesi Vilkinso ir Franklino rentgenostruktūriniais tyrimais, Votsonas ir Krikas [1] 1953 metais pasiūlė DNR erdvinį molekulinį modelį. Šio modelio reikšmė yra ta, kad jis gerai paaiškina fizines-chemines ir biologines DNR savybes ir ypač atsigaminimo mechanizmą ląstelėje...

Pagrindiniai modelio bruožai yra šie:

1. Kiekviena molekulė susideda iš dviejų ilgų antiparalelių polinukleotidinių grandinių, sudarančių dvigubą spiralę, susivijusią apie centrinę ašį.

2. Kiekvienas nukleotidas yra plokštumoje, statmenoje spiralės ašiai.

[1] Votsonas (amerikietis) ir Krikas (anglas) — dabartiniai mokslininkai. — *Sud.*

3. Dvi grandinės sujungtos *vandenilinėmis jungtimis,* susidarančiomis tarp bazių, priklausančių skirtingoms grandinėms...

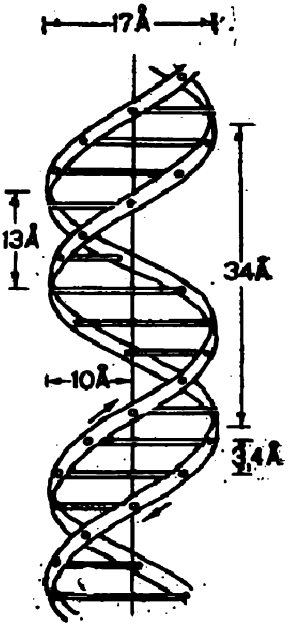
4. Bazių susiporavimas labai specifinis. Kadangi atstumas tarp dviejų susiporavusių nukleotidų angliavandenių komponentų griežtai fiksuotas (11 Å), purininė bazė gali susijungti tik su pirimidinine... Taigi vienintelės galimos poros yra šios: A—T, C—G, T—A ir G—C.

5. *Bazių seka* išilgai vienos polinukleotidinės grandinės gali gerokai įvairuoti, bet jų seka kitoje grandinėje turi būti komplementinė šiai, pavyzdžiui:

1-oji grandinė T, G, C, T, G, T, G, G, T, A.

2-oji grandinė A, C, G, A, C, A, C, C, A, T.

Taigi bazių seka vienoje grandinėje griežtai komplementinė jų sekai kitoje.



DNR struktūros modelis, pasiūlytas Votsono ir Kriko

Dvigubėjant DNR molekulei, dvi grandinės išsiskiria, ir kiekviena jų yra matrica dviejų komplementinių grandinių sintezei... Taip susidaro dvi DNR molekulės, turinčios visiškai tokią pat molekulinę struktūrą...

...Bazių išsidėstymo tvarka DNR grandinėje pagrįstas mechanizmas, perduodantis genetinę informaciją. Kadangi DNR molekulės labai ilgos..., keturiomis bazėmis gali būti užrašyti tūkstančiai įvairių paveldimų požymių. Pavyzdžiui, grandinėje, susidedančioje iš 1000 nukleotidų, gali būti 4^{1000} kombinacijų, o tai daugiau, negu yra atomų visoje Saulės sistemoje.

Votsono—Kriko modelis paaiškina ir kitas svarbias DNR savybes. Pavyzdžiui, kaitinant DNR, sutrūksta vandenilinės jungtys ir išsiskiria grandinės (vadinamasis „lydymosi efektas"). Lėtai vėsinant, gali vėl susidaryti jungtys tarp komplementinių grandinių... Pavyko taip pat gauti hibridines molekules, kuriose viena jungtis priklauso DNR, o kita — RNR...

Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 56—57.

DNR susisukimas, spirališkumas, taigi ir išsivyniojimas, despiralizacija prieš duplikacijos pradžią daug kuo primena mikroskopinį spiralizacijos ir despiralizacijos vaizdą, matomą chromosomose mitozės metu.

...Iš to, kas pasakyta, išplaukia, kad DNR struktūros modelis, pasiūlytas Votsono ir Kriko, leidžia išspręsti vieną iš fundamentalių biologijos problemų — rasti matricos, kuri būtina genetinei

replikacijai, molekulinius pagrindus. Matrica — tai bazių tvarka vienoje DNR grandinėlėje. Taigi pasiūlytoji DNR struktūra atitinka du pagrindinius reikalavimus, valdo komplementinių produktų, t. y. pirminių geno produktų, sintezę ir identiškų molekulių, t. y. pačių genų, sintezę.

С. И. Алиханян. Современная генетика. М., «Наука», 1967, p. 34—35.

Genetinio kodavimo problema

Genetinio kodavimo problemos esme laikyta štai kas: kokiu būdu keturių pagrindinių DNR bazių seka gali nulemti 20 įvairių aminorūgščių seką baltyme? Tikriausiai kodas tripletinis; kiekviena aminorūgštis koduojama trijų bazių seka. Be to, pasirodė, kad DNR tiesiogiai nedalyvauja baltymų sintezėje. Vietoj to genetinis kodas transkribuojasi nuo ilgos dvispiralės DNR molekulės į trumpesnes pavienes RNR grandines, kurios nuneša informaciją, reikalingą vienai (o kartais ir kelioms) kokio nors polipeptido grandinei susidaryti. Kadangi šios RNR molekulės neša genetinį kodą į baltymų sintezės vietą, ji vadinama informacine RNR, arba RNR tarpininke.

Kokiu būdu aminorūgšties molekulės patenka ten, kur vyksta baltymų sintezė, ir suranda savo vietą polipeptidinėje grandinėje? Pirmiausia jos turi būti „aktyvintos"; šį uždavinį atlieka daug energijos turintis junginys — adenozintrifosforo rūgštis (ATF). Tokias jas gali „pažinti" dar smulkesnės RNR molekulės, susidedančios tik iš 70 subvienetų; tai vadinamoji transportinė RNR, arba RNR pernešėja. Kiekviena aminorūgštis turi savo transportinę RNR. Aminorūgštis jungiasi su transportine RNR per specifinį fermentą. Transportinė RNR po to atlieka adapterio vaidmenį, nugabendama šią aminorūgštį į atitinkamą polipeptidinės grandinės vietą, kurią nužymi informacinė RNR. Matyt, galutinis aminorūgšties pasirinkimas priklauso nuo silpnų cheminių jungčių tarp bazių sekos informacinėje RNR ir komplementinės sekos transportinėje RNR. Šio mechanizmo dėka per ribosomą informacija, įrašyta informacinėje RNR, transformuojama į polipeptidinę grandinę. (žr. lentelę).

Genetinis kodas

DNR struktūrą nulemia besikaitaliojančių keturių nukleotidų seka, o baltymų struktūra neapsiriboja išsidėsčiusių tam tikrą tvarka aminorūgščių skaičiumi. Aminorūgščių seka baltyme — tai jo pirminė struktūra. Be pirminės, baltymai turi antrinę, tretinę ir ketvirtinę struktūrą. Antrinei struktūrai būdingas spirališkas molekulės susisukimas. Tretinė struktūra pasireiškia molekulės sankloda, t. y. įvairiais išlinkimais. Pagaliau ketvirtinė struk-

Ląstelės komponentai, būtini baltymų sintezei

Komponentas	Struktūra	Funkcija	Dydis
DNR	Polimerinė dvispiralė molekulė, susidedanti iš daug tūkstančių subvienetų	Turi genetinę informaciją, užkoduotą subvienetų, vadinamų bazėmis, seka	Skersmuo — 20 Å. Ilgis — nuo kelių tūkst. angstremų iki kelių tūkst. milimetrų
Informacinė RNR, arba iRNR	Polimerinė vienagrandinė molekulė, susidedanti iš šimtų subvienetų	Transkribuoja iš DNR informaciją, reikalingą baltymų molekulei susidaryti, ir neša ją į baltymų biosintezės vietą.	Skersmuo — 10—15 Å. Ilgis — nuo vieno iki keleto tūkstančių angstremų
Transportinė RNR, arba tRNR	Polimerinė vienagrandinė molekulė, susidedanti maždaug iš 70 subvienetų. Kai kurios dalys gali susisukti į dvigubą spiralę	Atneša specifines aminorūgštis į baltymų sintezės vietą. Kiekviena aminorūgštis turi savo transportinę RNR	Išsivijusios molekulės ilgis — 260 Å
Ribosoma	Globulinė struktūra, susidedanti iš 40% baltymų ir 60% RNR	Sąveikauja su informacine RNR, sujungdama aminorūgštis, atneštas transportinių RNR, t. y. sudaro baltymus	Skersmuo — apie 230 Å
Poliribosoma, arba polisoma	Ribosomos, laikinai sujungtos informacinės RNR	Tai tikrasis baltymų sintezės mechanizmas	Ilgis įvairuoja priklausomai nuo laikinai sujungiančios ribosomas informacinės RNR ilgio

«Живая клетка», под ред. Т. М. Франка. М., «Мир», 1966, р. 220—221.

tūra yra polipeptidinių subvienetų susijungimas. Nors baltymų molekulės yra keturios struktūros, pagrindinės baltymų savybės, kaip ir antrinės bei tretinės struktūros pobūdis, daug kuo priklauso nuo jų pirminės struktūros, t. y. nuo aminorūgščių sekos molekulėje. Todėl reikia manyti, kad genetinis baltymų struktūros nustatymas susijęs su aminorūgščių specifinės sekos nustatymu.

Daugeliu pavyzdžių buvo parodyta, kad įvairūs genai, t. y. DNR molekulės sritys, nulemia įvairių baltymų struktūrą. Todėl visiškai pagrįstai galima manyti, kad DNR molekulės tam tikros srities nukleotidų seka nulemia aminorūgščių seką baltymų molekulėje. Literatūroje tokį ryšį priimta vadinti transliacija. Tai reiškia, kad pirminė baltymų struktūra yra informacijos, įrašytos geno nukleotidų seka, perdavimas (transliacija) į baltymų aminorūgštis. Jeigu taip yra, tai tam tikras DNR nukleotidų derinys turi būti kodas aminorūgštims.

Genetinis kodas

Pirmasis nukleotidas	Antrasis nukleotidas				Trečiasis nukleotidas
	U	C	A	G	
U	FEN	SER	TIR	CIS	U
	FEN	SER	TIR	CIS	C
	LEU	SER	Ochra	bereikšm.	A
	LEU	SER	Amber	TRI	G
C	LEU	PRO	HIS	ARG	U
	LEU	PRO	HIS	ARG	C
	LEU	PRO	GLU	ARG	A
	LEU	PRO	GLU	ARG	G
A	ILEU	TRE	ASPN	SER	U
	ILEU	TRE	ASPN	SER	C
	ILEU	TRE	LIZ	ARG	A
	MET	TRE	LIZ	ARG	G
G	VAL	ALA	ASP	GLI	U
	VAL	ALA	ASP	GLI	C
	VAL	ALA	GLU	GLI	A
	VAL	ALA	GLU	GLI	G

Kadangi iš viso tėra žinomi keturi nukleotidai ir 20 aminorūgščių, visiškai aišku, kad tokio paprasto ryšio, kaip vienas nukleotidas — viena aminorūgštis, negali būti. Dviejų nukleotidų derinių taip pat nepakaktų, nes tokių derinių būtų iš viso 16. Atsižvelgiant į tai ir remiantis eksperimentiniais duomenimis, buvo padaryta prielaida apie kodoną, susidedantį iš trijų nukleotidų skirtingų derinių. Šiuo atveju galimos 64 kombinacijos, o tai daugiau, negu aminorūgščių skaičius.

Vėliau buvo pastebėta, kad kai kurios aminorūgštys turi po kelis kodonus. Pavyzdžiui, aminorūgštys leucinas ir serinas koduojamos šešių kodonų. Atlikus intensyvius tyrimus, 1966 m. buvo sudaryta visų galimų kodonų lentelė.

Tarp nukleotidų trejopų kombinacijų (tripletų) gali būti ir bereikšmių, t. y. nieko nekoduojančių, turinčių kitą prasmę, pavyzdžiui, ribos tarp genų nustatymą. Toks kodo „daugiareikšmiškumas", t. y. vienos aminorūgšties transliacija iš įvairių kodonų, vadinamas kodo degeneravimu.

Labai svarbus genetinio kodo požymis yra jo nesusikirtimo principas, t. y. tokia padėtis, kai daugybės aminorūgščių, įrašytų DNR molekulėje, kodas, nulemiantis pačius įvairiausius polipeptidus, „nesusikerta". Kaip buvo įrodyta, kad geno viduje atskiri tripletai nesusikerta? Jeigu kodas būtų susikertantis, tai vieno tripleto antrasis nukleotidas turėtų būtų kito tripleto pirmasis nukleotidas, o trečiasis nukleotidas — trečiojo tripleto pirmasis

nukleotidas. Kiekvieno tripleto izoliuotumo pagrindinis įrodymas išplaukė iš eksperimentų, sukeliant mutacijas. Tabako mozaikos viruso, žarnų lazdelės ir žmogaus (hemoglobino) pavyzdžiais buvo parodyta, kad „viena mutacija" susijusi su „vienos aminorūgšties" pakitimu. Jeigu kodas kirstųsi, tai, pasikeitus vienam nukleotidui, pasikeistų trys aminorūgštys, o to paprastai nebūna. Tai, kad dėl mutacijos pasikeičia viena aminorūgštis, rodo, jog vienas kodonas nepriklauso nuo kito. Tuo remiantis, ir buvo padaryta išvada, kad genetinis kodas yra nesusikertančio tipo.

Kad genetinis kodas būtų visiškai apibūdintas, reikia jį susieti su tam tikra DNR struktūra, ypač su jos dvispirališkumu. Jeigu kodo pirminis vienetas yra nukleotidų tripletas, tai kyla klausimas dėl kodoną sudarančių nukleotidų padėties DNR molekulėje. Dvi genetinio kodo eilutės gali būti išsidėsčiusios arba lygiagrečiai, arba kodas gali būti zigzaginis, kai vienas nukleotidas yra vienoje molekulės grandinėje, o du kiti nukleotidai — kitoje, arba pagaliau genetinis kodas gali būti įrašytas tik vienoje DNR molekulės grandinėje. Tyrimų duomenys parodė, kad transliacija vyksta tik nuo vienos DNR molekulės grandinės, o antroji taip pat, kaip ir grandinė, nuo kurios transliuojamas genetinis įrašas, atlieka aktyvią funkciją, replikuojantis naujai DNR molekulei.

С. И. Алиханян. Современная генетика. М., «Наука», 1967, p. 141—143.

Ląstelėje vykstančios medžiagų ir energijos apykaitos pagrindiniai dėsningumai

Pagrindiniai ląstelės cheminiai komponentai

Gyvoji ląstelė — heterogeninė sistema, kuriai būdinga neprastai sudėtinga cheminė sudėtis ir nuolatinis atsinaujinimas.

Svarbiausia protoplazmos sudėtinė dalis yra baltymai, kurie sudaro pagrindinę ląstelės medžiagų masę (50—70% sausos masės). Baltymai dalyvauja susidarant visiems ląstelės organoidams. Jie būtini visų medžiagų apykaitos fermentinių reakcijų dalyviai ir specializuotų ląstelės funkcijų molekuliniai substratai. Baltyminiai kūnai yra visi fermentai, antikūniai, daugelis hormonų. Su baltymų sudėties ypatybėmis susijęs rūšių, audinių ir organų ląstelių specifiškumas.

Sudėtingos baltymų molekulės struktūros pagrindas yra polipeptidinė grandinė, sudaryta iš aminorūgščių, nuosekliai sujungtų viena su kita peptidinėmis jungtimis tarp karboksilo grupių ir gretimų aminorūgščių aminogrupių (CO—NH). Aminorūgščių seka polipeptidinėje grandinėje specifinė kiekvienos rūšies baltymų molekulėms. Kai kurių baltymų (insulino, ribo-

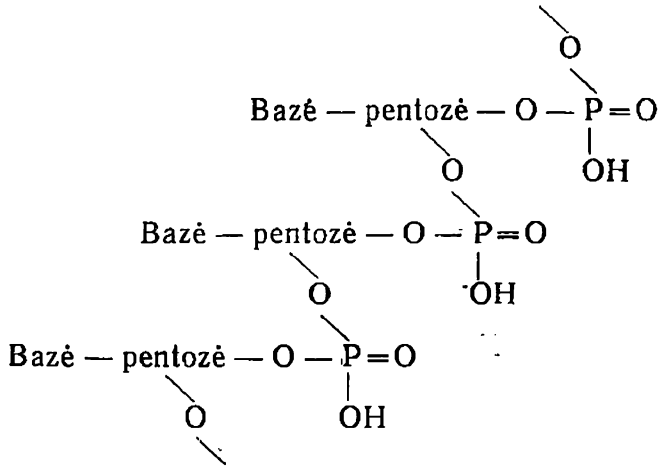
nukleazės, hipofizės polipeptidinių hormonų) ši seka visiškai iššifruota. Polipeptidinė grandinė su būdinga aminorūgščių liekanų išsidėstymo seka — elementariausias baltymų molekulės sandaros lygis, jos p i r m i n ė s t r u k t ū r a.

Baltymų molekulės antrine struktūra — polipeptidinės grandinės erdvinė konfigūracija. Labiausiai paplitusi polipeptidinės grandinės forma — tai spiralinė konfigūracija..., kurią fiksuoja tarp peptidinių grupių esančios vandenilinės jungtys.

Baltymo molekulės t r e t i n ė s t r u k t ū r a — spiralinių polipeptidinių grandinių erdvinis išsidėstymas (trimatė baltymų molekulė)...

Pagaliau k e t v i r t i n ė s t r u k t ū r a — kelių trimačių dalelių (subvienetų) susijungimas į vieną molekulę. Baltymų molekulėje yra daug funkcinių grupių... Todėl baltymai labai puikiai sugeba sudaryti kompleksus su kitomis medžiagomis. Yra žinomi baltymų kompleksai su riebiosiomis rūgštimis (lipoproteidai), angliavandeniais (gliukoproteidai), nukleininėmis rūgštimis (nukleoproteidai), pigmentais (chromoproteidai) ir kitomis medžiagomis.

Baltymų molekulinė masė labai įvairuoja — ji gali būti nuo keleto tūkstančių (6—12 tūkst.) iki šimtų tūkstančių... Antra svarbi biologinių makromolekulių klasė — n u k l e i n i n ė s r ū g š t y s. Šių rūgščių molekulės — tai nukleotidų grandinės, o kiekvienas nukleotidas susideda iš azotinės bazės (purino arba pirimidino), angliavandenio (pentozės) ir fosforo rūgšties liekanos. Nukleotidų susijungimo būdas nukleininės rūgšties molekulėje gali būti pavaizduotos tokia schema:



...Lyginamoji DNR ir RNR charakteristika pateikta lentelėje.

Lyginamoji DNR ir RNR charakteristika

	Cheminė sudėtis		Makromolekulinė struktūra	Lokalizacija ląstelėje	Funkcija
	Angliavandenis	Azotinė bazė			
DNR	Dezoksiribozė	Adeninas, guaninas, timinas, citozinas	Dviguba polinukleotidinė spiralė	Branduolyje	Saugo genetinę informaciją
RNR	Ribozė	Adeninas, guaninas, uracilas, citozinas	Vienguba polinukleotidinė grandinė, sudaranti klostes	Branduolyje, citoplazmoje	Perduoda informaciją iš DNR, į baltymus, užtikrina specifinę baltymų sintezę

Būdinga DNR ypatybė — jos makromolekulinė struktūra...

«Руководство по цитологии». Т. I. М.—Л., «Наука», 1966, p. 439—441.

Ląstelėje esančių DNR ir RNR savybių palyginimas [1]

	DNR	RNR
Lokalizacija	Branduolyje (chromosomoje)	Citoplazmoje (mitochondrijose, ribosomose, hialoplazmoje), branduolyje (branduolėliuose, chromosomose)
Pirimidino bazės	Citozinas (C) Timinas (T)	Citozinas (C) Uracilas (U)
Purino bazės	Adeninas (A) Guaninas (G)	Adeninas (A) Guaninas (G)
Pentozės	Dezoksiribozė	Ribozė
Molekulinė masė	4 000 000—8 000 000	20 000—2 000 000
Mononukleotidų skaičius	12 000—25 000	4000—6000
Molekulės struktūra	Dvigrandinė	Vienagrandinė

И. А. Алов, А. И. Брауде, М. Е. Аспиз. Основы функциональной морфологии клетки. М., «Медицина», 1966, p. 39.

Trys RNR tipai

Erdvinė RNR struktūra dar nepakankamai ištirta. Dabar žinomi trys RNR tipai, kurie skiriasi vienas nuo kito medžiagų apykaitoje atliekama funkcija.

[1] Lentelė sutrumpinta. — *Sud.*

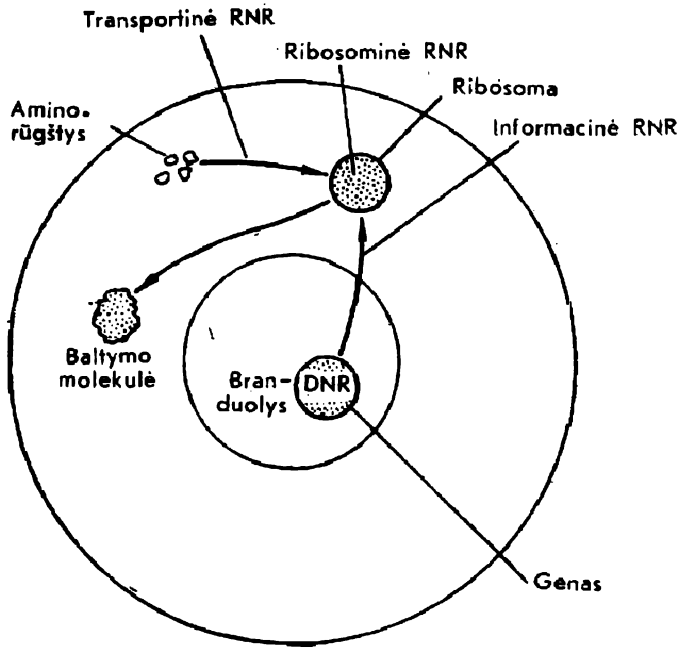
1. Informacinė RNR (RNR tarpininkė, messenger RNR). Jos funkcija — perduoti genetinę informaciją iš DNR į specifinių baltymų biosintezės sistemą. Būdingos informacinės RNR ypatybės — didelis metabolinis aktyvumas ir nukleotidinės sudėties panašumas į DNR nukleotidinę sudėtį.

2. Transportinė RNR (RNR pernešėja, tirpi, smulkiamolekulinė RNR, smulkiapolimerinė RNR). Jos funkcija — pernešti aktyvintas aminorūgštis ant ribosomos matricos ir užtikrinti specifinę aminorūgščių seką sudaromoje polipeptidinėje grandinėje. Transportinės RNR molekulinė masė apie 30 000...

3. Ribosominė RNR. Ši RNR yra ribosomose..., kuriose sintetinami baltymai, be to, matrica specifinėms baltymų molekulėms atgaminti čia yra informacinės RNR molekulės, persikėlusios į ribosomas. Ribosomos ir informacinės RNR savitarpio santykiai daug kuo dar neaiškūs.

Kiekviename gyvame organizme energijai išskirti lengviausiai mobilizuojamos medžiagos yra angliavandeniai. Be to, angliavandeniai vaidina ir plastinį vaidmenį. Susijungusių monosacharidų randama nukleininėse rūgštyse, nukleotiduose ir kai kuriuose lipiduose... Kai kurių polisacharidų, susijungusių su baltymais, esama ląstelių struktūrose ir tarpląstelinėje medžiagoje...

Iš monosacharidų svarbiausios gyvūninės ląstelės maisto medžiagos yra heksozės (elementari formulė $C_6H_{12}O_6$): gliukozė, fruktozė, galaktozė ir kt. Iš disacharidų biologinę reikšmę turi sacharozė ir laktozė (pieno cukrus).



Įvairių tipų RNR vaidmuo ląstelėje

Polisacharidus galima laikyti monosacharidų (heksozių) polimerizacijos produktu. Jų elementari formulė $(C_6H_{10}O_5)n$.

Svarbiausias augalinės kilmės polisacharidas — krakmolas. Gyvūnų audiniai sugeba sudaryti kitą polisacharidą — glikogeną, kuris yra atsarginė angliavandenių forma.

Riebalai ir riebalinės medžiagos (lipidai) yra ląstelės energijos šaltinis, taip pat dalyvauja susidarant kai kurioms membranų struktūroms (ląstelės apvalkalui, mitochondrijų membranoms, endoplazminio tinklo membranoms ir kt.).

Be išvardytų pagrindinių protoplazmos organinių junginių klasių, joje yra taip pat neorganinių jonų ir vandens. Vanduo ląstelėje gali būti laisvas arba junginiuose.

«Руководство по цитологии». Т. 1. М.—Л., «Наука», 1966, p. 441—442.

Pagrindiniai ląstelės gyvybinės veiklos procesai

Ląstelės gyvybinės veiklos pagrindas yra sudėtinga medžiagų ir energijos kitimų visuma. Medžiagų apykaita, toji svarbiausia specifinė savybė, būdinga gyvajai materijai, susideda iš dviejų priešingų procesų: viena, ląstelėje nuolat vyksta protoplazmos sudėtinių dalių skilimo procesai (disimiliacija), antra, atkuriama ląstelės cheminė sudėtis, naudojant medžiagas, patenkančias iš aplinkos su maistu (asimiliacija). Visuma reakcijų, kurioms vykstant susidaro sudėtingos medžiagos (pirmiausia baltymai ir nukleininės rūgštys) iš paprastesnių pirmtakų, sudaro ląstelės plastinę apykaitą. O skilimo reakcijos, kurioms vykstant paprastai išsiskiria energija, laikomos energijos apykaitos reakcijomis. Reikia pažymėti, kad asimiliacija ir disimiliacija, plastinė ir energijos apykaita yra viena su kita susijusios. Tai pasireiškia pirmiausia tuo, kad biosintezės reakcijoms reikia energijos, kuri išsiskiria vykstant skilimo reakcijoms. Antra, energijos apykaitos reakcijos teikia ne tik energiją plastiniams procesams, bet ir būtinus substratus „ruošinius" sudėtingesnėms medžiagoms sudaryti. Todėl pasirodo esąs nepagrįstas metabolizmo procesų išskyrimas į egzogeninių maisto medžiagų apykaitą ir pačios ląstelės sudėtinių dalių apykaitą. Abiem atvejais susidarantys produktai (metabolitai) patenka į bendrą ląstelės „fondą" („metabolitinį katilą"), iš kurio jie įsijungia į plastinės apykaitos reakcijas. Daug metų biochemikai manė, kad neaugančių ląstelių cheminė sudėtis esanti pastovi, o jose vykstančios apykaitos reakcijos — tik patenkančių į ląsteles egzogeninių medžiagų pasikeitimas. Žymėtųjų atomų panaudojimas šią nuomonę paneigė ir parodė, kad ląstelėje struktūriniai elementai nuolat atsinaujina ir kad jos sudėties „pastovumas" yra tik baltymų bei kitų medžiagų skilimo ir jų susidarymo procesų dinaminės pusiausvyros pasekmė.

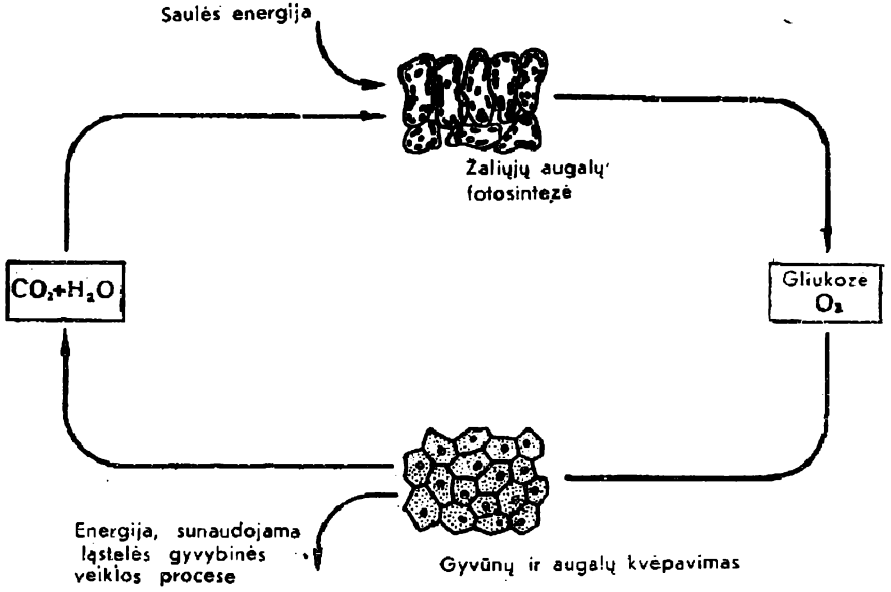
Gyvojoje ląstelėje niekada nevyksta „momentalus" organinių medžiagų skilimas iki galutinių produktų arba „momentali" sudėtingos medžiagos sintezė iš paprastesnių medžiagų. Sudėtingas ląstelės metabolizmo vaizdas susideda iš daugybės atskirų reakcijų, sudarančių reakcijos grandines, kurių visuma nulemia visas medžiagų ir energijos kitimo ląstelėje stadijas.

Ten pat, p. 442.

Medžiagų ir energijos kitimas ląstelėje

Gyvajai ląstelei būdinga vidinė nepastovi ir beveik neįtikėtina organizacija; ląstelė gali išlaikyti labai specifišką ir puikią savo sudėtingumu trapios struktūros tvarką tik todėl, kad nuolat naudoja energiją. Kai tik energijos tiekimas nutrūksta, sudėtinga ląstelės struktūra suyra, pasidaro netvarkinga ir neorganizuota. Energijos kitimas, be cheminių procesų, būtinų ląstelės vientisumui palaikyti, įvairių tipų ląstelėse užtikrina įvairius mechaninius, elektrinius, cheminius ir osmosinius procesus, susijusius su organizmo gyvybine veikla...

Inžinierius gauna reikalingos energijos daugiausia iš cheminių jungčių energijos, slypinčios kure. Degindamas kurą, cheminę energiją jis paverčia šilumine; po to šiluminę energiją gali panaudoti, pavyzdžiui, garo turbinai sukti ir tokiu būdu gauti elektros energijos. Ląstelės taip pat gauna laisvos energijos iš cheminių jungčių išskiriamos energijos, slypinčios „kure". Šiose jung-



Energijos kitimo gyvuose organizmuose ciklas

tyse sukaupia energiją ląstelės, sintetinančios maisto medžiagas, kurios yra toks kuras. Tačiau ląstelės šią energiją naudoja labai specifiniu būdu. Kadangi temperatūra, kurioje funkcionuoja gyva ląstelė, maždaug pastovi, ląstelė darbui atlikti negali naudoti šiluminės energijos. Kad, naudojant šiluminę energiją, galėtų vykti darbas, šiluma turi pereiti iš labiau įšilusio kūno į mažiau įšilusį. Visiškai aišku, kad ląstelė negali deginti savo kuro anglies degimo temperatūroje (900°); ji taip pat negali ištverti perkaitusių garų arba aukštos įtampos srovės poveikio. Ląstelei tenka kaupti ir naudoti energiją gana pastovios ir kartu žemos temperatūros, atmiešto vandeninės terpės ir labai nedidelių vandenilio jonų koncentracijos svyravimų, sąlygomis. Kad galėtų gauti energijos, ląstelė per daugiaamžę organinio pasaulio evoliuciją tobulino savo nuostabius molekulinius mechanizmus, kurie nepaprastai efektyviai veikia šiomis švelniomis sąlygomis.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 31—32.

Autotrofų ir heterotrofų vaidmuo

Pirminis energijos šaltinis ląstelių gyvybinei veiklai yra saulės spindulių energija, kurią žalieji augalai transformuoja į cheminę energiją ir naudoja organiniams junginiams sudaryti iš oro CO_2 (fotosintezė):

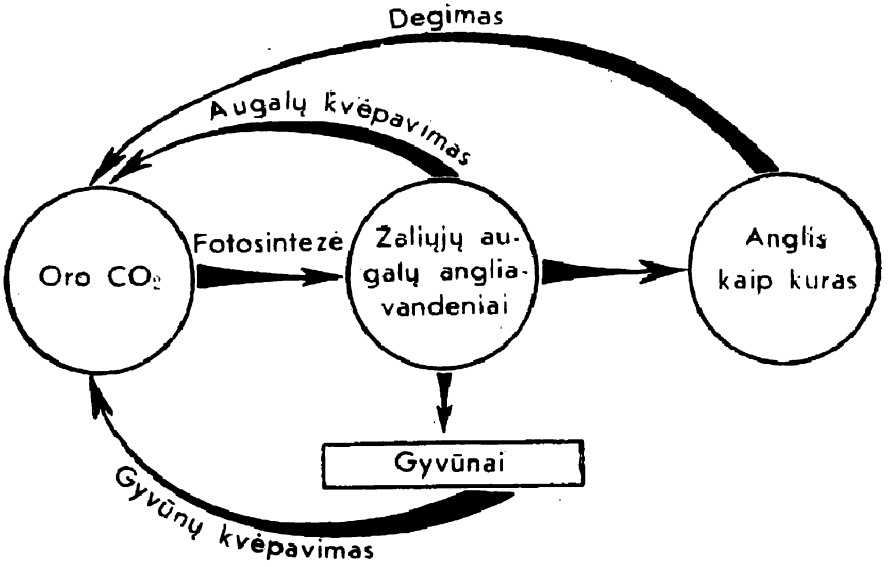
$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{šviesa}} {}^1/_6C_6H_{12}O_6 + O_2...$$

Kai kurie mikroorganizmai gali naudoti energiją, išsiskiriančią oksiduojantis neorganinėms medžiagoms (amoniakui, nitritams, sulfidams, sierai, geležiai, vandeniliui, anglies oksidui ir kt.). Visa ši organizmų grupė buvo pavadinta autotrofais. Dauguma mikroorganizmų ir visi gyvūnų organizmai yra heterotrofai. Jiems energijos šaltinis yra organinės medžiagos, kurias sintetina žalieji augalai ir kurios su maistu patenka į gyvūnų organizmą. Vykstant medžiagų apykaitai, šios organinės medžiagos skaidosi iki galutinių produktų — CO_2 ir vandens, kurie išskiriami ir po to vėl asimiliuojami fotosintetinančių augalų.

Taip vyksta anglies apykaita gamtoje... Gyvūninė ląstelė gauna su maistu organinius junginius baltymų, riebalų ir angliavandenių pavidalu. Šių medžiagų skilimo ir energijos išsiskyrimo procesą galima suskirstyti į tris fazes.

Trys medžiagų skilimo ir energijos išsiskyrimo fazės

Pirmojoje fazėje stambios maisto medžiagų molekulės suskyla į sudedamąsias smulkesnes molekules (baltymai — iki aminorūgščių, polisacharidai — iki monosacharidų, neutralūs rie-



Anglies ciklas gamtoje

balai — į gliceriną ir riebiąsias rūgštis). Šie procesai vyksta virškinamajame trakte, taip pat ir kaupiant maisto medžiagų atsargas audiniuose (pavyzdžiui, glikogeną kepenyse, riebalus riebalinėse liaukose). Medžiagų kitimas šioje fazėje nesusijęs su dideliu laisvosios energijos kitimu (atsipalaiduoja tik 0,6% baltymų bei polisacharidų ir 0,1% trigliceridų laisvosios energijos atsargų); tačiau šios fazės reakcijos paruošia maisto medžiagas tolesniems kitimams.

Antrojoje fazėje vyksta nepilnas organinių medžiagų (monosacharidų, aminorūgščių, glicerino ir riebiųjų rūgščių) degimas...

Monosacharidų skilimas yra sudėtinga fermentinių reakcijų seka, pavadinta glikolize. Pradiniai glikolizės substratai gali būti gliukozė arba glikogenas...

Trečiojoje fazėje tarpiniai produktai visiškai oksiduojasi iki CO_2 ir vandens. Ląstelė turi universalų oksidacijos mechanizmą, užtikrinantį baltymų, riebalų, angliavandenių apykaitos tarpinių produktų mineralizaciją.

«Руководство по цитологии», Т. I. М., «Наука», 1965, p. 447, 450.

Makroenergetinių junginių vaidmuo

...Yra palyginti nedidelė grupė medžiagų, kurių tam tikrose cheminėse jungtyse slypi daug energijos. Ši energija išsiskiria, nutrūkus jungtims, ir gali būti panaudota reakcijoms, kurioms

reikia energijos. Tokios cheminės jungtys vadinamos daug energijos turinčiomis (makroenergetinėmis) jungtimis, o atitinkamos medžiagos — daug energijos turinčiais (makroenergetiniais) junginiais. Reikia pažymėti, kad cheminių jungčių skirstymas į daug energijos ir mažai energijos turinčias jungtis yra gerokai sąlygiškas ir kad absoliutus vienos ar kitos jungties hidrolizės energijos dydis dėl daugelio veiksnių (terpės pH, temperatūros, medžiagų, dalyvaujančių reakcijoje, koncentracijos) gali kisti. Priimta laikyti, kad mažai energijos turinčių jungčių hidrolizės metu atsipalaiduoja 2000—4000 kalorijų moliui medžiagos, o daug energijos turinčių jungčių hidrolizės metu šis rodiklis būna daug didesnis (10 000—12 000 kalorijų moliui)...

...Beveik visuose daug energijos turinčiuose junginiuose yra fosforo rūgšties liekanų...

Daug energijos turintys junginiai vaidina labai svarbų vaidmenį ląstelės metabolizme. Jie yra tiesioginis energijos šaltinis biosintezės ir ląstelės specifinėms funkcijoms (raumenų veiklos, sekrecijos, bioliuminescencijos, nervinių impulsų perdavimo, aktyvaus medžiagų transporto ir kt.) atlikti.

Iš makroenergetinių medžiagų ypač reikšminga yra ATF... ATF atlieka svarbiausią vaidmenį, kintant energijai... ir yra jungiamoji grandis tarp ekzoenergetinių ir endoeneregetinių reakcijų. ATF, būdama universalus energijos tiekėjas, sukuria bendrąjį ląstelės energijos fondą ir leidžia energijos srautui išsiskirstyti po įvairius kanalus... Dėl to nebereikia tiesioginio ryšio tarp reakcijų, išskiriančių energiją, ir ląstelės funkcijų.

Šie procesai, susiję per bendrą partnerį — ATF, gali būti atskirti vienas nuo kito laike ir erdvėje.

Taigi ATF yra ta „universali keičiama moneta, kuria ląstelė moka už jai reikalingą energiją".

«Руководство по цитологии». Т. I. М., «Наука». 1965. p. 445—446.

A T F

Tos pačios gerai ištyrinėtos molekulės — adenozintrifosforo rūgšties (ATF) molekulės — perneša gautą iš maisto medžiagų arba iš saulės šviesos laisvąją energiją nuo kvėpavimo centrų arba fotosintezės į visas ląstelės sritis, kur vyksta procesai, susiję su energijos vartojimu. Pirmą kartą ATF molekules iš raumenų audinių išskyrė Lomanas maždaug prieš 30 metų. ATF molekulėje yra trys viena su kita susijusios fosfatinės grupės. Mėgintuvėlyje paskutinę grupę galima atskirti nuo ATF molekulės, atliekant hidrolizės reakciją; taip gaunama adenozindifosforo rūgštis (ADF) ir neorganinis fosfatas. Vykstant šiai reakcijai, ATF molekulės laisvoji energija virsta šilumine energija...

Šios jungtinės reakcijos metu atskilus vienai fosfatinei grupei, ATF virsta ADF. Ląstelės termodinamikoje ATF galima laikyti daug energijos turinčia, arba „įkrauta“, energijos nešėjos (adenozintrifosforo rūgšties) forma, o ADF — mažai energijos turinčia, arba „iškrauta“, forma.

Nešėja antrą kartą „įkraunama“, be abejo, vieno ar kito iš dviejų mechanizmų, dalyvaujančių išsiskiriant energijai. Kvėpuojant gyvūnų ląstelėms, energija, esanti maisto medžiagose, atsipalaiduoja oksiduojantis ir naudojama ATF iš ADF ir fosfato sudaryti. Augalų ląstelėse, vykstant fotosintezei, saulės šviesos energija virsta chemine energija ir naudojama adenozintrifosforo rūgščiai „įkrauti“, t. y. ATF sudaryti...

Palyginti sudėtinga ATF struktūra, matyt, atsirado tik ląstelėje cheminių reakcijų, susijusių su energijos pernešimu, efektyviausiam reguliavimui užtikrinti.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 34—36.

ATF vaidmuo fotosintezėje

ATF vaidmenį fotosintezėje pavyko atskleisti tik neseniai. Šis atradimas leido geriau išaiškinti, kokiu būdu fotosintetinančios ląstelės angliavandenių sintezės eigoje sujungia saulės energiją — visų gyvųjų būtybių pirminį energijos šaltinį.

...Žaliųjų augalų ląstelėse tam tikro ilgio bangų saulės šviesą absorbuoja žaliasis pigmentas — chlorofilas. Sugertoji energija sudėtingoje chlorofilo molekulėje perkelia elektronus iš pagrindinio energetinio lygio į aukštesnį. Tokie „sužadinti“ elektronai stengiasi vėl grįžti į savo pagrindinį, pastovų energetinį lygį, atiduodami sugertąją energiją. Iš ląstelės išskirto chlorofilo gryname preparate sugertoji energija vėl išspinduliuoja matomos šviesos forma, analogiškai kaip kitų fosforescuojančių ir fluorescuojančių organinių bei neorganinių junginių energija.

Taigi chlorofilas, būdamas mėgintuvėlyje, pats savaime nesugeba kaupti šviesos energijos arba ją naudoti; ši energija greit išspinduliuoja, tarytum įvykus trumpam sujungimui. Tačiau ląstelėje chlorofilas steriškai susijęs su kitomis specifinėmis molekulėmis; todėl, kai jis, veikiamas šviesos absorbavimo, sužadinamas, „karštieji“, arba daug energijos turintys, elektronai negrįžta į savo normalią (nesužadintą) energetinę būklę; vietoj to elektronai atitrūksta nuo chlorofilo molekulės ir yra nešami molekulių — elektronų pernešėjų, kurios perduoda juos viena kitai uždaroje reakcijų grandinėje... Tuo metu elektronų išspinduliuota energija sunaudojama ATF iš ADF ir fosfato sudaryti, kitaip tariant, fotosintetinančios ląstelės adenozintrifosforo rūgšties sistemai „įkrauti“...

Tačiau fotosintezės eigoje, be saulės energijos sujungimo, vyksta dar ir angliavandenių sintezė...

Taigi gliukozės molekulė, galutinis fotosintezės produktas, savo molekulinėje konfigūracijoje turi turėti gana daug saulės energijos. Kvėpuodamos heterotrofinės ląstelės paima šią energiją, pamažu skaidydamos gliukozės molekulę, kad „užkonservuotų" buvusią joje energiją naujai susidarančiose ATF fosfatinėse jungtyse....

Iš viso ląstelė gauna daugiau kaip 50% visos oksiduojantis fosfatinių jungčių forma išsiskiriančios energijos. Toks didelis naudingumo koeficientas gerokai skiriasi nuo to, kuris paprastai pasiekiamas technikoje...

Ten pat, p. 36, 38—39, 42—43.

Gliukozės oksidavimo ląstelėje fazė

Gliukozės oksidavimo ląstelėje yra dvi pagrindinės fazės. Pirmosios, arba paruošiamosios, fazės, kuri vadinama glikolize, metu šešis anglies atomus turinti gliukozės molekulė skyla į dvi tris anglies atomus turinčias pieno rūgšties molekules. Šis, atrodytų, paprastas procesas susideda ne iš vienos, bet mažiausiai iš 11 pakopų, ir kiekvieną pakopą katalizuoja jai būdingas fermentas. Gali pasirodyti, kad šios operacijos sudėtingumas prieštarauja Niutono aforizmui „Natūra enim simlex est" („gamta paprasta"); tačiau reikia atsiminti, kad jos paskirtis yra ne paprastai suskaidyti gliukozės molekulę pusiau, o išskirti iš šios molekulės joje slypinčią energiją. Kiekviename tarpiniame produkte esama fosfatinių grupių, ir viso labo reakcijos eigoje sunaudojamos dvi ADF molekulės ir dvi fosfatinės grupės. Galiausiai po gliukozės skilimo susidaro ne tik dvi pieno rūgšties molekulės, bet dar ir dvi ATF molekulės...

Termodinaminės lygtys rodo, kad, skaidantis vienai gliukozės grammolekulei ir susidarant pieno rūgščiai, išsiskiria 56 000 kalorijų. Kadangi, susidarant kiekvienai ATF grammolekulei, sunaudojama 10 000 kalorijų, tai energijos kaupimo efektyvumas šioje pakopoje sudaro apie 36% — labai didelis skaičius, palyginti su tuo, kuris paprastai pasiekiamas technikoje. Tačiau šios 20 000 kalorijų, transformuotų į fosfatinių jungčių energiją, sudaro tik menką dalį (apie 3%) visos energijos, slypinčios gliukozės grammolekulėje (690 000 kalorijų). Tuo tarpu daugelis ląstelių, pavyzdžiui anaerobinės arba raumenų, aktyvumo būklėje (jos tuo metu negali kvėpuoti) gyvena, naudodamos šią mažai efektyvią energiją.

Ten pat, p. 43—44.

Krebso ciklas

Susiskaidžius gliukozei iki pieno rūgšties, aerobinės ląstelės kvėpuodamos toliau išgauna didžiąją dalį likusios energijos: tuo metu tris anglies atomus turinčios pieno rūgšties molekulės susiskaido į vieną anglies atomą turinčias anglies dioksido molekules. Pieno rūgštis, arba, tiksliau, jos oksiduota forma — pirovynuogių rūgštis, yra veikiama dar sudėtingesnės kitimų eilės, ir kiekviena šių reakcijų vėl katalizuojama atskiros fermentų sistemos. Iš pradžių tris anglies atomus turintis junginys suskyla, susidarant aktyvuotai acto rūgšties formai... ir anglies dioksidui. Po to „du anglies atomus turintis fragmentas"... jungiasi su keturis anglies atomus turinčiu junginiu, oksaloacto rūgštimi, ir pasigamina citrinos rūgštis, turinti šešis anglies atomus. Citrinos rūgštis per daugelį reakcijų vėl virsta oksaloacto rūgštimi, ir trys pirovynuogių rūgšties anglies atomai, „pasiųsti" į šį reakcijų ciklą, galiausiai duoda tris anglies dioksido molekules. Šis „malūnas", kuris „permala" (oksiduoja) ne tik gliukozę, bet taip pat riebalų ir aminorūgščių molekules, prieš tai suskaidytas iki acto rūgšties, vadinamas Krebso arba citrinos rūgšties ciklu.

Pirmą kartą šį ciklą aprašė H. Krebsas 1937 metais. Šis atradimas yra vienas kertinių dabartinės biochemijos akmenų, ir jo autoriui 1953 m. buvo paskirta Nobelio premija...

Pagal bendrąją ATF išeigą dabar galima apskaičiuoti, kokiu termodinaminiu efektyvumu ląstelė ima energiją, kurios ji gali gauti, oksiduojantis gliukozei. Gliukozei susiskaidžius į dvi pieno rūgšties molekules, susidaro dvi ATF molekulės. Kiekviena pieno rūgšties molekulė galiausiai perduoda į kvėpavimo grandinę šešias poras elektronų. Kadangi kiekvienai elektronų porai praeinant grandinę, trys ADF molekulės virsta ATF molekulėmis, pačioje kvėpavimo eigoje susidaro 36 ATF molekulės. Susidarant kiekvienai ATF grammolekulei, susijungia, kaip jau nurodėme, apie 10 000 kalorijų, ir, vadinasi, 38 ATF grammolekulės sujungia apie 380 000 kalorijų iš 690 000 esančių pradinėje gliukozės grammolekulėje. Taigi glikolizės ir kvėpavimo susijusių procesų efektyvumą galima laikyti tolygiu beveik 55%.

Ten pat, p. 45, 47—48.

Fermentai ir ląstelės metabolizmas

Ląstelę galima lyginti su miniatiūrine laboratorija, kurioje vyksta daugybės įvairių medžiagų sintezė ir skaidymas... „mašinos", naudojamos šiame fabrike energijai keisti, yra molekulinių dydžių. Tai vadinamieji *fermentai.*

Fermentai ląstelės viduje išsimėtę ne chaotiškai, bet yra tam tikruose jos „skyriuose"; dažnai jie tvarkingai išsidėstę ląstelės makromolekulinių griaučių ir ląstelės organoidų viduje,

sudarydami vadinamąją *polifermentinę* sistemą. Fermentų išsidėstymo ir grupavimosi ląstelės viduje klausimas yra tikrai svarbus...

Metabolizmą galima apibūdinti kaip visų cheminių kitimų ląstelėje visumą. Jis apima ir *katabolizmo* procesus, kuriems vykstant medžiagos yra, ir *anabolizmo* procesus, kai sintetinami nauji produktai. Katabolizmo reakcijos paprastai esti *ekzoenergetinės*, t. y. atpalaiduojančios energiją; anabolitinės reakcijos, atvirkščiai, *endoenergetinės*, t. y. joms reikia energijos. Pavyzdžiui, įvairios maisto medžiagos, kurias absorbuoja ląstelė (gliukozė, aminorūgštys ir lipidai), katabolizmo eigoje suskyla į smulkesnes molekules ir atpalaiduoja energiją. Šią energiją ląstelė savo ruožtu naudoja naujų, sudėtingesnių molekulių sintezei.

Э. де Робертис, В. Новицкий, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 59.

Fermentai

Supratimas, kad medžiagų apykaita visuose gyvuose organizmuose vyksta, dalyvaujant *fermentams*, arba *enzimams*,— specifiniams organiniams katalizatoriams, kuriuos sintetina gyvosios ląstelės, susikristalizavo laipsniškai, pradedant nuo 1815 metų, kai Kirchhofas [1] gavo iš kviečių ekstraktą, galintį krakmolą paversti cukrumi. Ilgas Libicho [2] ir Pastero [3] ginčas dėl to, ar patys fermentai yra gyvi, buvo išspręstas 1897 m. Libicho naudai. ...Intensyvūs tyrimai enzimologijos srityje leido išaiškinti daugelį fermentų, įrodyti, kad jie visi — makromolekulinės baltyminės medžiagos ir kad kiekvienas fermentas specifiškai reguliuoja tam tikrą cheminę reakciją savo molekulės paviršiaus specifinės konfigūracijos dėka. Medžiaga, su kuria vyksta cheminė reakcija (substratas), susijungia su fermentu, sudarydama su juo specifinį kompleksą. Taigi fermentai reguliuoja iš esmės visų cheminių reakcijų, vykstančių gyvuose organizmuose, greitį ir specifiškumą...

Katalizatoriaus vaidmeniui atlikti fermentas nebūtinai turi būti ląstelėje; daugelis fermentų buvo ekstrahuoti iš ląstelių ir dėl to nė kiek neprarado aktyvumo. Juos galima išvalyti ir gauti kristalų formos, o po to nagrinėti katalizines jų savybes. Fermentų kontroliuojamos reakcijos yra pagrindas visų gyvybės reiškinių: kvėpavimo, augimo, raumenų susitraukimo, nervinio jaudinimo perdavimo, fotosintezės, azoto fiksacijos, dezaminacijos, virškinimo ir kt.

Visi iki šiol išskirti ir kristalų pavidalu gauti fermentai pasirodė esantys baltymai. Dažniausiai jie bespalviai, bet kartais turi geltoną, žalią, mėlyną, rudą arba raudoną atspalvį. Dauguma

[1] Kirchhofas (1824—1887) — įžymus XIX a. fizikas.

[2] J. Libichas (1803—1873) — agronominės chemijos ir dirvožemio mokslo kūrėjas, vienas įžymiausių XIX a. chemikų.

[3] Lui Pasteras (1822—1895) — garsus prancūzų mokslininkas, mikrobiologas.

fermentų tirpsta vandenyje arba atskiestame druskų tirpale, tačiau kai kurių, pavyzdžiui, fermentų, esančių mitochondrijose, dalelės viena su kita susietos lipoproteido... ir vandenyje netirpsta. Fermentų pavadinimas paprastai sudaromas, pridedant prie medžiagos, kurią šis fermentas veikia, pavadinimo galūnę — *azė;* pavyzdžiui sacharozę veikia fermentas, vadinamas *sacharaze.*

Kai kurių fermentų sugebėjimas katalizuoti iš tikrųjų fenomenalus. Pavyzdžiui, viena *katalazės* molekulė, ekstrahuota iš buliaus kepenų, gali per minutę 0° temperatūroje suskaidyti 5 000 000 vandenilio peroksido (H_2O_2) molekulių. Medžiaga, kurią veikia vienas ar kitas fermentas, vadinama jos *substratu;* pavyzdžiui, vandenilio peroksidas yra katalazės substratas. Substrato molekulių skaičius, kurį per minutę gali suskaidyti vieno fermento molekulė, vadinamas fermento *aktyvumo* skaičiumi. Taigi katalazės aktyvumo skaičius yra 5 000 000. Daugumos fermentų aktyvumo skaičius yra didelis, todėl fermentai būna tokie efektyvūs, nors jų esama ir nedaug. Vandenilio peroksidas — nuodinga medžiaga, kuri susidaro kaip šalutinis produktas, vykstant kai kurioms fermentinėms reakcijoms. Skaidydama vandenilio peroksidą, katalazė saugo ląstelę.

Vandenilio peroksidas gali skaidytis ir esant geležies atomų, tačiau toks skaidymasis truktų labai ilgai. Prireiktų 300 metų, kad vienas geležies atomas suskaidytų tokį vandenilio peroksido (H_2O_2) molekulių skaičių, kurį katalazės molekulė (turinti vieną geležies atomą) suskaido per vieną sekundę.

Šis pavyzdys parodo katalizatorių evoliuciją ir pabrėžia vieną pagrindinių fermentų savybių — jų didelį katalizinį aktyvumą.

Fermentai vienas nuo kito skiriasi specifiškumu, įvairių substratų, kuriuos gali veikti, skaičiumi. Kai kurie fermentai absoliučiai specifiški; *ureazė,* skaidanti šlapalą į amoniaką ir anglies dioksidą, neveikia jokios kitos medžiagos; atskiras fermentas reikalingas skaidyti kiekvienam iš trijų paprastųjų disacharidų: sacharozei, maltozei ir laktozei. Kiti fermentai yra reliatyviai specifiški ir veikia tik nedaugelį artimai gimininių medžiagų. *Peroksidazė* skaido kelis įvairius peroksidus, iš jų vandenilio peroksidą. Šio fermento esama įvairiausiuose gyvūnų ir augalų audiniuose. Peroksidazės aktyvumą galima pamatyti, susmulkinus nedaug žalių bulvių ir įdėjus į jas šiek tiek vandenilio peroksido. Kai peroksidazė pradeda skaidyti vandenilio peroksidą į vandenį ir deguonį, ima energingai išsiskirti burbuliai.

Pagaliau yra fermentų, kurių specifiškumas pasižymi tuo, kad substratas turi turėti tam tikro tipo chemines jungtis. *Lipazė,* kurią išskiria kasos liauka, skaido įvairių riebalų esterines jungtis tarp glicerino ir riebiųjų rūgščių.

Teoriškai fermentų kontroliuojamos reakcijos yra grįžtamosios, ir fermentas nenulemia reakcijos krypties; jis tik padidina greitį, kuriuo reakcija pasiekia pusiausvyrą. Kadangi, daugeliui reakcijų vykstant viena kryptimi, išsiskiria energija, aišku, jog,

norint priversti reakciją grįžti atgal, reikia suteikti iš šalies tinkamos formos tam tikrą energijos kiekį.

Kad vyktų reakcija, kuriai reikia energijos, maždaug tuo pačiu metu turi vykti kokia nors reakcija, kurios eigoje išsiskiria energija. Daugumoje biologinių sistemų reakcijos, teikiančios energiją, skatina „makroenergetinių" fosfatinių jungčių sintezę; tokios yra, pavyzdžiui, adenozintrifosforo rūgšties (sutrumpintai ATF) galinės jungtys. Paskui šių makroenergetinių fosfatinių jungčių energiją ląstelė gali naudoti nerviniam impulsui perduoti, raumenims sutraukti, baltymams sintetinti ir kt. Tokias dvi reakcijas, kurios turi vykti kartu, kad viena teiktų energiją arba vieną pradinių medžiagų kitai, biochemikai vadina „jungtinėmis".

Fermentai vienas su kitu paprastai „bendradarbiauja"; be to, vienos fermentinės reakcijos produktas yra substratas kitai reakcijai. Ląstelės vidų galima įsivaizduoti kaip gamyklą su daugybe įvairių surinkimo (ir ardymo) konvejerių, veikiančių tuo pačiu metu. Toks „konvejeris" susideda iš kelių fermentų, kurių kiekvienas vykdo vieną proceso stadiją, pavyzdžiui, molekulę A paverčia molekule B ir po to perduoda ją kitam fermentui, kuris molekulę B paverčia molekule C ir t. t. Iš dygstančių miežių galima išskirti fermentinę sistemą, kuri krakmolą paverčia gliukoze. Ši sistema susideda iš dviejų fermentų: pirmasis, vadinamoji *amilazė*, suskaido krakmolą iki maltozės, o antrasis, vadinamoji *maltazė*, suskaido maltozę iki gliukozės. Gliukozei paversti pieno rūgštimi reikia 11 nuosekliai veikiančių fermentų. Tokią pat 11 fermentų eilę randame žmogaus ląstelėse, žaliuose lapuose ir bakterijų ląstelėse.

Kai kurie fermentai, pavyzdžiui pepsinas, susideda tik iš baltymų... Kiekvieną fermentą kontroliuoja atskiras genas.

Daugelis fermentų paprastai esti ištirpę citoplazmoje. Iš sutrintų kepenų galima paruošti vandens ekstraktą, turintį visus fermentus, reikalingus gliukozei suskaidyti iki pieno rūgšties. Kiti fermentai glaudžiai susiję su tam tikrais ląstelės vidiniais kūneliais. Kvėpavimo fermentai, katalizuojantys pieno rūgšties (taip pat ir kitų medžiagų — aminorūgščių ir riebiųjų rūgščių darinių) skaidymąsi iki anglies dioksido ir vandens, susiję su mitochondrijomis; iš esmės mitochondrijos galbūt daugiausia ir sudarytos iš šių fermentų...

Fermentas gali pagreitinti tik tas reakcijas, kurios kokiu nors mastu, kad ir nepaprastai lėtai, vyktų ir nesant fermento...

Fermentai netenka aktyvumo, vidutiniškai pakaitinus: nuo 50 iki 60° temperatūroje dauguma fermentų veikiai tampa neaktyvūs. Tai negrįžtama, nes atvėsus aktyvumas neatsistato. Tuo galima paaiškinti, kodėl, neilgai paveikti aukštos temperatūros, žūva dauguma organizmų: jų fermentai pasidaro neaktyvūs ir medžiagų apykaita nutrūksta. Tačiau šioje taisyklėje yra keletas nuostabių išimčių. Esama primityvių augalų rūšių — melsvadumblių, gyvenančių karštosiose versmėse, pavyzdžiui, Jeloustono

nacionalinio parko versmėse, kurių vandens temperatūra siekia beveik 100°. Dėl šių dumblių terasos aplink karštąsias versmes esti ryškios spalvos. Žemiau temperatūros, kuri padaro fermentus neaktyvius (apie 40°), daugumos fermentinių reakcijų, kaip ir kitų cheminių reakcijų, greitis maždaug padvigubėja kiekvienu atveju, temperatūrai pakilus 10°.

Užšaldymu fermentai nesuaktyvinami; žemoje temperatūroje fermentinės reakcijos vyksta lėtai arba visiškai nevyksta, bet, temperatūrai pakilus iki normalios, kataliziniš aktyvumas vėl atsinaujina...

Fermentai jautrūs taip pat ir pH, t. y. aplinkos rūgštingumo arba šarmingumo pasikeitimui. *Pepsinas,* baltymus virškinantis fermentas, kurį išskiria skrandžio gleivinė, nuostabus tuo, kad esti aktyvus tik labai rūgščioje aplinkoje ir geriausiai veikia, kai pH būna 2. *Tripsinas,* taip pat skaidantis baltymus, bet išskiriamas kasos, yra pavyzdys fermento, išvystančio optimalų aktyvumą šarminėje aplinkoje, kai pH būna apie 8,5. Dauguma ląstelės vidinių fermentų pH optimumą turi artimą neutraliai ribai ir visai negali veikti rūgščioje arba šarminėje aplinkoje; stipresnės rūgštys ir šarmai juos padaro negrįžtamai neaktyvius...

Kai kurie fermentai specifiškai jautrūs tam tikriems nuodams: cianidui, acto jodidui, fluoridui, liuizitui ir kt., net labai nedidelė šių nuodų koncentracija fermentus padaro neaktyvius. Citochromoksidazė — vienas kvėpavimo fermentų — ypač jautrus cianidui (ciano vandenilio rūgščiai ir jos druskoms), ir, apsinuodijus cianidu, mirtis įvyksta dėl to, kad netenka aktyvumo fermentai, priklausantys citochromų grupei. Skaidantis gliukozei, vieną iš fermentinių reakcijų stabdo fluoras, o kitą — acto jodido rūgštis: tokius inhibitorius (stabdančias medžiagas) biochemikai naudoja, tyrinėdami daugelio įvairių fermentinių sistemų savybes ir veiklos nuoseklumą.

Patys fermentai gali veikti kaip nuodai, jeigu atsiduria ne jiems skirtoje vietoje. Pavyzdžiui, užtenka suleisti į veną 1 mg kristalinio tripsino, kad nunyktų žiurkė. Gyvačių, bičių, skorpionų įvairių nuodų veikimas priklauso nuo juose esančių fermentų, ardančių kraujo ląsteles arba kitus audinius.

К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 19, 67—70, 72.

Fotosintezė

Pagal dabartines pažiūras fotosintezės esmę sudaro saulės šviesos spindulių energijos pavertimas ATF ir redukuoto trifosfopiridinnukleotido (TPN) formos chemine energija. Atsiradus naujų duomenų, mūsų supratimas apie fotosintezę daug kartų keitėsi.

Fotosintezė pradėta tyrinėti maždaug 1630 m., kai van Helmontas [1], flamandų botanikas, parodė, kad augalai patys sudaro

[1] Van Helmontas (1577—1644). — *Sud.*

organines medžiagas, o ne gauna jas iš dirvožemio. Jis pasvėrė indą su dirvožemiu, kuriame augo gluosnis, paskui patį medį ir parodė, kad per 5 metus medis pasunkėjo 74 kg, o dirvožemis palengvėjo tik 57 g. Van Helmontas padarė išvadą, kad likusią maisto dalį augalas gavo iš vandens, kuriuo jis laistė medį. Dabar žinome, kad pagrindinė statybinė medžiaga sintezei yra anglies dioksidas, kurį augalai ima iš oro.

1772 m. Džozefas Pristlis[1] parodė, kad mėtos ūglis „pataiso" orą, kurį „sugadina" deganti žvakė. Po keleto metų Janas Ingenhuzas[2] nustatė, kad augalai gali „taisyti" blogą orą tik šviečiant saulei, be to, augalų sugebėjimas „taisyti" orą proporcingas dienos giedrumui bei augalų laikymo saulės šviesoje trukmei. O tamsoje augalai išskiria orą, „kenksmingą gyvūnams".

Kita svarbi žinių apie fotosintezę vystymosi pakopa buvo Sosiuro[3] bandymai, daryti 1804 metais. Sverdamas orą ir augalus prieš fotosintezę ir po jos, Sosiuras nustatė, kad augalo sausoji masė padidėjo daugiau, negu jo paimto iš oro anglies dioksido masė. Sosiuras padarė išvadą, kad kita medžiaga, padidinusi masę, buvo vanduo. Taigi prieš 160 metų buvo išaiškinta pagrindinė fotosintezės proceso esmė: Anglies dioksidas + Vanduo + Saulės energija → Deguonis + Organinė medžiaga.

Ingenhuzas spėjo, kad šviesa, vykstant fotosintezei, tik skaido anglies dioksidą; šiuo atveju išsiskiria deguonis, o atsipalaidavusi „anglis" sunaudojama augalinės medžiagos gamybai. Tuo remiantis, gyvieji organizmai buvo suskirstyti į žaliuosius augalus, kurie gali naudoti saulės energiją anglies dioksido „asimiliacijai", ir kitus organizmus, neturinčius chlorofilo, todėl negalinčius naudoti šviesos energijos ir nesugebančius asimiliuoti CO_2. Šis darnus gyvojo pasaulio suskirstymas buvo sugriautas 1877 m., kai Vinogradskis surado chemosintetinančias bakterijas — chlorofilo neturinčius organizmus, sugebančius tamsoje asimiliuoti anglies dioksidą (t. y. paversti jį organiniais junginiais). Dar 1883 metais Engelmanas atrado purpurines bakterijas, vykdančias savotišką fotosintezę, neišskiriant deguonies. Tuo metu šis faktas nebuvo deramai įvertintas; vis dėlto chemosintetinančių bakterijų, tamsoje asimiliuojančių anglies dioksidą, aptikimas rodo, kad anglies dioksido asimiliacijos negalima laikyti vien tik specifiška fotosintezės savybe. Pradedant 1940 m., bandymais su žymėtaisiais anglies atomais buvo nustatyta, kad visos ląstelės — augalų, bakterijų, gyvūnų — gali asimiliuoti anglies dioksidą, t. y. įjungti jį į organinių medžiagų molekulių sudėtį, skirtingi tik šaltiniai, iš kurių jos ima tam reikalingą energiją...

---

[1] Pristlis (1733—1804) — įžymus anglų gamtos tyrinėtojas, mokslo apie anglies dioksido asimiliavimą pradininkas. — *Sud.*

[2] Ingenhuzas (1730—1799) — olandų mokslininkas, vienas iš augalų fiziologijos kūrėjų. — *Sud.*

[3] Sosiuras (1767—1845) — šveicarų mokslininkas. — *Sud.*

Dabar jau galima manyti esant nustatyta, kad visos reakcijos, susijusios su CO_2 įjungimu į organines medžiagas, gali vykti tamsoje (jos vadinamos *tamsos reakcijomis*), t. y., trumpai tariant, jos nepriklauso fotosintezės procesui. Reakcijomis, priklausančiomis nuo šviesos (vadinamosiomis *šviesos reakcijomis*), laikomos tos, kurioms vykstant šviesa virsta chemine energija; pirmieji pastovūs, chemiškai identiški šių reakcijų produktai — tai ATF ir TPN.

K. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 107—109.

Gyvybės požymiai

Būdingos gyvųjų organizmų ypatybės

Visiems gyviesiems organizmams daugmaž būdingi *tam tikras dydis ir forma, medžiagų apykaita, judrumas, dirglumas, augimas, dauginimasis ir prisitaikomumas*. Nors šis sąrašas atrodo visiškai tikslus ir apibrėžtas, tačiau riba tarp to, kas gyva ir negyva, yra gana reliatyvi ir, pavyzdžiui, ar virusus vadinsime gyvais ar negyvais, priklausys nuo to, kaip apibrėšime gyvybę. Negyvi objektai gali turėti vieną arba kelias išvardytąsias savybes, bet niekada neturės visų šių savybių. Prisotintame tirpale kristalai gali „augti“, metalinio natrio gabalėlis ima greitai „bėgioti“ vandens paviršiumi, o aliejaus lašas glicerino ir alkoholio mišinyje išleidžia pseudopodijas ir juda kaip ameba.

Dauguma biologų sutinka, kad visus įvairius gyvybės pasireiškimus galiausiai galima paaiškinti, remiantis tais pačiais fizikos ir chemijos dėsniais, kuriems pavaldžios negyvos sistemos. Pažiūra, kad visus gyvybės reiškinius galima pagrįsti fizika ir chemija, vadinama *mechanistine gyvybės teorija*. Iš jos išplaukia išvada, kad jeigu pakankamai gerai žinotume cheminius ir fizinius gyvybės reiškinių pagrindus, tai galbūt sugebėtume susintetinti gyvąją medžiagą. Pagal priešingą požiūrį, kuris buvo plačiai paplitęs biologų tarpe iki šio amžiaus pradžios, gyvybę sąlygoja ir kontroliuoja tam tikros jėgos, netelpančios į fizikos ir chemijos sąvokų rėmus. Pažiūros, pagal kurias gyvosios ir negyvosios sistemos iš pagrindų skiriasi ir paklūsta skirtingiems dėsniams, vadinamos *vitalizmu*. Daugelį gyvybės reiškinių, kurie atrodė tokie paslaptingi vos atradus, pavyko suprasti be jokios „gyvybinės jėgos“, ir protinga būtų manyti, kad ir kiti gyvybės pasireiškimai, toliau juos tyrinėjant, būtų aiškinami moksliškai.

Specifinė sandara. Kiekviena gyvųjų organizmų gentis turi jai būdingą formą ir išvaizdą; suaugę kiekvienos genties individai paprastai yra tam tikro dydžio. Negyvų objektų dydis ir forma esti daug mažiau pastovūs. Gyvieji organizmai ne homogeniniai, o susideda iš atskirų dalių, vykdančių specialias

funkcijas; taigi jiems būdinga specifinė sudėtinga sandara. Ir augalų ir gyvūnų organizmų struktūrinis ir funkcinis vienetas yra *ląstelė* — paprasčiausia gyvosios medžiagos dalelė, galinti egzistuoti pati savaime. Bet ir pati ląstelė yra specifinės sandaros: kiekvieno tipo ląstelėms būdingas tam tikras dydis ir forma, jos turi *plazminę membraną*, skiriančią gyvąją medžiagą nuo aplinkos, ir specializuotą ląstelės dalį — *branduolį*, atskirtą nuo kitos jos medžiagos branduolio apvalkalu. Branduolio... vaidmuo svarbus yra kontroliuojant ir reguliuojant ląstelės funkcijas. Aukštesniųjų gyvūnų ir augalų kūnai turi kelis kaskart vis sudėtingesnius sandaros lygius: ląstelės sudaro *audinius*, audiniai — *organus*, organai — *organų sistemas*.

Medžiagų apykaita. Cheminių procesų, vykstančių protoplazmoje ir nulemiančių jos augimą, pastovumą bei atsinaujinimą, visuma vadinama *medžiagų apykaita* arba *metabolizmu*. Kiekvienos ląstelės protoplazma be perstojo kinta: ji pasipildo naujomis medžiagomis, keičia jų cheminę sudėtį, sintetina naują protoplazmą ir potencinę energiją verčia kinetine energija bei šiluma, skaidydama stambias baltymų, riebalų ir angliavandenių molekules į kitus, paprastesnius junginius. Šis nuolatinis energijos naudojimas yra viena specifinių ir būdingų gyvųjų organizmų ypatybių. Kai kuriems protoplazmos tipams būdinga ypač intensyvi apykaita: ji labai didelė, pavyzdžiui, bakterijų. Kitų tipų, sakysim, sėklų ir sporų, protoplazmos apykaitos lygis toks žemas, kad ją sunku aptikti. Netgi vienos rūšies organizmų arba vieno individo apykaitos intensyvumas gali keistis priklausomai nuo tokių veiksnių, kaip amžius, lytis, bendra sveikatos būklė, endokrininių liaukų aktyvumas ar nėštumas.

Apykaitos procesai gali būti anaboliniai arba kataboliniai. Terminas *anabolizmas* vartojamas apibūdinti tiems cheminiams procesams, kai paprastesnės medžiagos jungiasi viena su kita ir susidaro sudėtingesnės medžiagos, o dėl to kaupiasi energija, susidaro nauja protoplazma ir vyksta augimas. *Katabolizmu* vadinamas šių sudėtingų medžiagų skaidymasis, kurio metu atsipalaiduoja energija ir susidėvi bei išsieikvoja protoplazma. Ir vieno, ir kito tipo procesai vyksta nepaliaujamai; be to, jie taip glaudžiai tarpusavy susiję, kad sunku vieną nuo kito atskirti. Sudėtingi junginiai skaidosi, jų sudėtinės dalys jungiasi viena su kita naujomis kombinacijomis, sudarydamos kitas medžiagas. Būdingas katabolizmo ir metabolizmo derinio pavyzdys yra angliavandenių, baltymų ir riebalų virtimas vienų kitais, nuolat vykstantis mūsų kūno ląstelėse. Kadangi daugumai anabolinių procesų reikia energijos, tai turi vykti ir tam tikri kataboliniai procesai, kurie teiktų energiją reakcijoms, susijusioms su naujų molekulių susidarymu.

Anabolinė ir katabolinė apykaitos fazės būdingos ir augalams, ir gyvūnams. Tačiau augalai (išskyrus kai kuriuos) gali sinte-

tinti organines medžiagas iš dirvožemyje ir ore esančių neorganinių medžiagų, o gyvūnai mityba priklauso nuo augalų.

Judėjimas. Trečia gyvūnų organizmų ypatybė — jų sugebėjimas judėti. Daugumos gyvūnų judrumas akivaizdus: jie šliaužioja, plaukioja, bėgioja arba skraido. Augalų judesiai, nors daug lėtesni ir ne taip pastebimi, bet neabejotini. Kai kurie gyvūnai — pintys, koralai, austrės, kai kurie parazitai — nejuda iš vietos į vietą, bet dauguma turi blakstienėles ar žiuželius, varinėjančius skystą aplinkos terpę, kuri teikia šiems gyvūnams maistą ir visa, ko reikia gyvybei palaikyti. Judėjimas gali būti ir tokie procesai, kaip raumens susitraukimas, mikroskopinių protoplazminių plaukelių, vadinamųjų *blakstienėlių* ir *žiuželių,* virpėjimas arba lėtas protoplazmos masės tekėjimas *(ameboidinis judėjimas)*. Protoplazmos tekėjimas augalų lapų ląstelėse dar vadinamas *cikloze.*

Dirglumas. Gyviesiems organizmams būdingas dirglumas: jie reaguoja į dirgiklius, t. y. fizinius arba cheminius pakitimus betarpiškoje aplinkoje. Tokie dirgikliai, sukeliantys daugumos gyvūnų ir augalų reakciją, gali būti spalvos, šviesos spindulių intensyvumo arba krypties pakitimai, temperatūra, slėgis, garsas, taip pat dirvožemio, vandens arba atmosferos cheminės sudėties pakitimai. Žmogaus ir... kitų sudėtingos sandaros gyvūnų kai kurios labai specializuotos kūno ląstelės yra ypač jautrios tam tikro tipo dirgikliams: lazdelės ir kolbelės akies tinklainėje reaguoja į šviesą, kai kurios nosies ir liežuvio ląstelės — į cheminius dirgiklius, odos specialios ląstelės — į temperatūros arba slėgio pakitimus. Žemesnieji gyvūnai ir augalai tokių specializuotų ląstelių gali neturėti, ir į dirginimą reaguoja visas jų organizmas. Vienaląsčiai gyvūnai ir augalai, dirgiklio veikiami, juda į jį arba tolyn nuo jo; tokia yra reakcija į šilumą arba šaltį, kai kurias chemines medžiagas, šviesą arba lietimą mikroadata.

Augalų ląstelių dirglumas ne visada būna toks akivaizdus, kaip gyvūnų, bet ir jos jautrios aplinkos pasikeitimams. Protoplazmos tekėjimas augalų ląstelėse kartais pagreitėja arba sulėtėja, keičiantis apšvietimui. Kai kurie augalai (pavyzdžiui, jautrusis musėkautas, augantis Karolinos pelkėse) yra nepaprastai jautrūs lietimui ir gali gaudyti vabzdžius. Jų lapai gali susilenkti išilgai vidurinės gyslos, o lapų kraštuose yra plaukeliai. Atsakydamas į vabzdžių dirginimą, lapas susilenkia, jo kraštai susiliečia, o plaukeliai susipina ir neleidžia grobiui išlįsti. Po to lapas išskiria skystį, kuris užmuša ir suvirškina vabzdį. Šių augalų sugebėjimas gaudyti vabzdžius atsirado kaip prisitaikymas gauti dalį jiems augti reikalingo azoto iš „suėdamo" grobio, nes dirvožemyje, kur jie auga, jo labai maža.

Augimas. Kita gyvųjų organizmų ypatybė — augimas — yra anabolizmo rezultatas. Protoplazmos masė gali priaugti, *didėjant* atskiroms ląstelėms, *daugėjant* ląstelių arba vykstant abiem šiems procesams. Ląstelės gali padidėti tiesiog įsiurbusios vandens, bet toks tūrio padidėjimas paprastai nelaikomas augimu.

Augimo sąvoka taikytina tik procesams, kuriems vykstant didėja organizmo gyvosios medžiagos kiekis, matuojamas azoto arba baltymo kiekiu. Įvairios organizmo dalys gali augti arba tolygiai, arba vienos dalys greičiau už kitas, todėl kūno proporcijos augant keičiasi. Kai kurie organizmai (pavyzdžiui, dauguma medžių) gali augti neribotai ilgai. Daugumos gyvūnų augimo periodas yra ribotas ir užsibaigia, suaugusiam individui pasiekus tam tikrą dydį. Viena nuostabių augimo proceso ypatybių yra ta, kad bet kuris augantis organas kartu ir funkcionuoja.

Dauginimasis. Jeigu esama kokios nors savybės, kurią galima laikyti besąlygiškai būtinu gyvybės atributu, tai tokia savybė yra sugebėjimas daugintis. Kaip vėliau pamatysime, paprasčiausi virusai neturi medžiagų apykaitos, nejuda ir neauga, bet kadangi jie sugeba atsigaminti ...dauguma biologų juos laiko gyvais organizmais. Nors kadaise buvo manoma, kad kirmėlės atsirandančios iš arklio plauko nutekamame vandenyje, musių lervos — iš pašvinkusios mėsos, o varlės — iš Nilo dumblo, dabar mes žinome, jog kiekvienas šių gyvūnų gali atsirasti tik iš kitų tos pačios rūšies individų. Vienas pagrindinių biologijos teiginių skelbia, kad „visa, kas gyva, atsiranda tik iš gyva"...

Dauginimosi procesas kartais tėra paprastas vieno individo dalijimasis į du. Tačiau daugumos gyvūnų ir augalų jis susijęs su specializuotų kiaušialąsčių ir vyriškų lytinių ląstelių susidarymu; susijungdamos jos suformuoja apvaisintą kiaušinį (zigotą), iš kurio išsivysto naujas organizmas. Kai kurių parazitinių kirmėlių dauginimosi procesas vyksta, susidarant kelioms visiškai skirtingoms formoms, kurių kiekviena savo ruožtu gimdo kitą, kol ciklas užsibaigia antrosios kartos suaugusia forma.

К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 24—28.

Ląstelių judėjimas

Gyvybė — tai judėjimas. Toks apibrėžimas, nors ir nepilnas, turbūt ne blogesnis už kitus. Labai norėtųsi pridurti, kad tai „konstruktyvus" arba „tikslingas" judėjimas, tačiau panašūs apibūdinimai patys reikalauja apibrėžimo, o tai ne taip paprasta. Todėl apsiribosime teiginiu, kad gyvybė visada susijusi su judėjimu. Naudodamiesi šiuo kriterijumi, nedvejodami ląsteles galime vadinti gyvomis, o virusus — negyvais; juk, kol virusas negyvoje ląstelėje, jis visiškai inertiškas, „negyvas kaip akmuo".

Aktyvumas — tai gyvų būtybių energijos pasireiškimas. Daugelis biologų kartų ieškojo atsakymo į klausimą, kaip vyksta organizmų judėjimas. Pačioje pradžioje tyrinėtojų dėmesys, aišku, buvo nukreiptas į raumenų aktyvumą. Vėliau, kai tapo žinoma, kad organizmai sudaryti iš ląstelių, judėjimo paslapties imta ieš-

koti ląstelių lygyje. Šiuo metu, beieškodami atsakymo į tą patį klausimą, bandome nusileisti dar žemiau — iki molekulių lygio; o atsakymo taip ir nėra.

«Живая клетка», под ред. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966, p. 146.

Raumenų susitraukimas

Raumenų susitraukimo tyrimai priklauso tai fiziologijos sričiai, kurią labiausiai praturtino elektroninė mikroskopija..

Raumenų susitraukimo teoriją... pasiūlė Hju Hakslis ir Hansonas, ji pavadinta „Hakslio—Hansono raumenų susitraukimo modeliu“ arba „slankiojančiu raumenų susitraukimo modeliu“, o trumpai vadinama „slankiojančių skaidulų“ teorija...

Skersaruožis raumuo atrodo kaip nuosekliai besikaitaliojantys šviesūs ir tamsūs ruožai...

Šviesių ruožų zonoje yra tiktai plonos skaidulos (apie 50 Å). Tamsūs ruožai sudaryti iš storesnių skaidulų (100 Å). Plonosios šviesių ruožų skaidulos gali atsidurti tamsių ruožų zonoje. Susitraukiant raumeniui, storosios ir plonosios skaidulos juda priešpriešiais, ir tada šviesūs ruožai tarsi sumažėja arba visiškai išnyksta. Čia ir glūdi Hakslio—Hansono raumenų susitraukimo, t. y. slankiojančių skaidulų, teorijos esmė

Pagal šią hipotezę, priešingai kitoms anksčiau paskelbtoms teorijoms, atskiros skaidulos negali susitraukti. Hakslio—Hansono teorija teigia, kad šios skaidulos nekeičia savo ilgio, jos tik slankioja priešpriešiais.

Tarp storųjų ir plonųjų skaidulų, be abejo, turi būti sąlyčio taškai, kuriuose ir atsiranda jėga, leidžianti joms judėti priešpriešiais... Pasirodė, kad storosios skaidulos turi išaugas, nukrypusias į plonųjų pusę ir išsidėsčiusias tolygiu atstumu viena nuo kitos. Storąją skaidulą galima palyginti su eilute žmonių, stovinčių aukštyn pakeltomis rankomis. Plonosios skaidulos čia būtų lynas, kurį žmonėms reikia paimti ir lengvai patraukti pirmyn...

Б. Афцелиус. Анатомия клетки. М., «Просвещение», 1968, p. 73, 74, 75.

Ląstelės pralaidumas — aktyvus pernešimas

Kartu su medžiagų difuzija (pasyviu pernešimu) pro membraną pralaidumo mechanizmams priklauso ir tokie procesai, kuriems reikia energijos. Tokie procesai paprastai vadinami *aktyviu pernešimu;* tai reiškia, kad kai kurioms molekulėms ar jonams pernešti pro membraną turi būti atliktas tam tikras darbas. Energijos šaltinis jam paprastai būna adenozintrifosforo rūgštis (ATF), kurios didžioji dalis susidaro, vykstant oksidaciniam fosforilinimui mitochondrijose.

Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 373.

Ląstelės pralaidumo problema

Ląstelės pralaidumo problema, nagrinėjama tiriant pagrindinius medžiagų patekimo į ląstelę ir metabolizmo produktų pašalinimo iš jos dėsningumus, štai jau 80 metų yra viena centrinių citologijos problemų. Ir nenuostabu, nes su ląstelės pralaidumu ir medžiagų pasiskirstymu tarp ląstelės ir aplinkos, kaip bus parodyta vėliau, susiję tokie svarbiausi klausimai, kaip dirglumas, bioelektrinių potencialų susidarymas, jaudinimo plitimas, toksiškų ir farmakologinių agentų veikimas...

Kokie gi tie mechanizmai, kurių dėka ląstelėje kaupiasi vienos medžiagos ir mažėja, palyginti su aplinka, kitos? Prieš atsakant į šį klausimą, reikia išaiškinti, ar visos medžiagos ir ar vienodu greičiu sugeba patekti į ląstelę ir pasišalinti iš jos. Dar prieš 20 metų citofiziologų tarpe vyravo požiūris, pagal kurį gyva ląstelė esanti apsupta ultraplona pusiau pralaidžia membrana, negalinčia praleisti į ją daugelio medžiagų: cukrų, aminorūgščių, daugumos neorganinių anijonų ir katijonų, būtent natrio. Tačiau dabar neabejojama, kad praktiškai visi nemakromolekuliniai organiniai junginiai ir mineralinės medžiagos gali patekti į gyvą ląstelę ir išeiti iš jos. Naudojant izotopus, buvo išaiškinta, kad pusiausvyros sąlygomis, kai medžiagų kiekis ląstelėje ir aplinkoje praktiškai nesikeičia, ląstelė ir aplinka be perstojo keičiasi jonais...

Skirtingų jonų srauto absoliutus dydis pusiausvyros sąlygomis nerodo medžiagų patekimo į ląstelę lyginamojo greičio, nes šių jonų koncentracija ir ląstelėje, ir aplinkoje gerokai skiriasi. Jūros vandenyje natrio jonų yra 40—60 kartų daugiau, negu kalio jonų, o jų srautai į ląstelės vidų maždaug vienodi. Taigi kalio jonai, kurių aplinkoje daug mažiau, negu natrio jonų, gali lengviau patekti į skaidulą...

Daug kartų bandyta rasti ryšį tarp įvairių medžiagų patekimo į ląstelę greičio ir kokių nors jų fizinių ar cheminių savybių (molekulių dydžio, jų poliariškumo, tirpumo ir kt.). Atskirais atvejais tokia koreliacija buvo pastebėta...

Pabrėžtina, kad įvairių medžiagų patekimo į ląstelę greitis priklauso ne tik nuo tokių grynai fizinių sąlygų, kaip koncentraciniai ar elektriniai gradientai, bet ir nuo daugybės kitų veiksnių. Jis labai skiriasi įvairių tipų ląstelių ir būna skirtingas paprastai netgi tų pačių ląstelių, priklausančių skirtingoms rūšims. Labai kinta pralaidumas, veikiant ląsteles įvairiais agentais, taip pat joms pereinant iš ramybės į aktyvią būklę. Pakanka nurodyti, kad, ląsteles sudirginus arba sužalojus, jų pralaidumas gali pasikeisti dešimtis ir net šimtus kartų. Galiausiai vienų medžiagų patekimo į ląstelę greitis gali labai priklausyti nuo kitų medžiagų (jonų, hormonų ir kt.) buvimo aplinkoje. Pastaruoju metu nustatyta, kad daugelis angliavandenių, aminorūgščių ir kitų junginių, skverbdamiesi į ląstelę, vieni su kitais konkuruoja...

Greitis, kuriuo dauguma medžiagų įeina į ląstelę ir išeina iš jos, veikiant koncentracijų gradientui, yra daug mažesnis už paprastos difuzijos greitį. Tai rodo, kad medžiagų kelyje į ląstelę esama difuzinio barjero. Daugumos tyrinėtojų nuomone, toks barjeras yra protoplazmos išorinė membrana. Ji labai sudėtingos molekulinės sandaros, ir skirtingų medžiagų grupių skverbimosi pro ją keliai nevienodi. Antai organinės molekulės, gerai tirpstančios riebaluose, patenka į ląstelę paprastos difuzijos būdu pro membranos lipidus. Vanduo, jonai (pasyvūs srautai), smulkiamolekuliniai neelektrolitai, blogai tirpstantys lipiduose, į ląstelę daugiausia patenka, matyt, veikiant difuzijai, pro siauras, vandens molekulių pripildytas membranos poras. Netiesioginiais duomenimis, šių porų vidutinis skersmuo yra 8—10 Å, o plotas ne didesnis, kaip bendro membranos paviršiaus procento dalys. Tokių junginių, kaip cukrūs ir aminorūgštys, transportas ląstelėje vyksta, kaip dabar manoma, jiems jungiantis su tam tikrais membranos komponentais, vadinamaisiais pernešėjais...

Sistemos, vykdančios aktyvų transportą, yra labai specifiškos ir glūdi ląstelės išorinėje membranoje. Pavyzdžiui, nustatyta, kad daugelyje ląstelių yra sistema, be perstojo išsiurbianti iš ląstelės Na^+ jonus, patenkančius į ją, veikiant koncentracijos gradientui. Ta pati sistema, pavadinta „natrio siurbliu", įsiurbia į ląstelę iš išorės K^+ jonus, sukurdama šių pagrindinių jonų pasiskirstymo tarp ląstelės ir aplinkos asimetriją. Aktyvaus transporto teorija plačiai naudojama taip pat inkstų kanalėlių, skrandžio ir žarnyno epitelinių ląstelių, transportuojančių kai kurias medžiagas prieš koncentracijų gradientą, darbo mechanizmui aiškinti...

Nėra abejonės, kokią teoriją bepripažintume, kad pagrindinis ląstelės pralaidumo problemos klausimas dabar yra išaiškinti molekulinius mechanizmus, nulemiančius didelį visų gyvų ląstelių pasirenkamumą. Pastaraisiais metais, citologiniams tyrimams plačiai taikant elektroninę mikroskopiją, vis daugiau dėmesio skiriama specifinei medžiagų patekimo į ląstelę formai, vadinamajai p i n o c i t o z e i. Šio reiškinio esmė yra ta, kad ląstelės paviršius sugeba aktyviai pagriebti iš aplinkos nedideles skysčio porcijas, kurios ląstelės viduje matomos mažų pūslelių arba vakuolių pavidalu. Taigi pinocitozės reiškinys turi daug bendra su f a g o c i t o z e, kai palyginti stambias kietas daleles ląstelės, pavyzdžiui amebos arba leukocitai, paima iš aplinkos.

«Введение в цитологию», ред. проф. В. М. Михайлова. Л., «Медицина», 1968, p. 123—128.

Sekretuojanti ląstelė

Sekrecija yra viena svarbiausių ląstelės funkcijų. Bendrais bruožais šį procesą galima apibūdinti kaip ląstelės sintezę tų medžiagų, kurias po to sunaudoja kitos ląstelės arba jos pašalinamos iš organizmo. Daugialąsčių organizmų sekrecija yra dve-

jopa: 1) *išorinė*, kai sintezės produktai išeina į aplinką arba dažniau — į natūralias kūno ertmes, pavyzdžiui į virškinamąjį traktą arba kvėpavimo takus (ši sekrecija būdinga egzokrininėms liaukoms), ir 2) *vidinė*, kai sintezės produktai išskiriami į paties organizmo cirkuliarinę sistemą ir po to veikia kitą organą ar jo dalį (tokia sekrecija vyksta endokrininėse liaukose). Endokrininės liaukos yra skydliaukė ir prieskydinė liauka, antinksčiai, hipofizė ir Langerhanso salelės [1].

Sekrecijos esmė, pačia bendriausia prasme, yra *cheminis* medžiagų *kitimas*. Smulkiamolekulinės medžiagos, aktyviai arba pasyviai pernešamos į ląstelę, kaupiasi joje arba, taip esti dažniau, virsta kitomis medžiagomis, turinčiomis kitą cheminę struktūrą ir kitą molekulinę masę. Abiem atvejais ląstelė turi eikvoti energiją cheminiam kitimui arba kai kurioms medžiagoms transportuoti prieš koncentracijos gradientą. Darbu, atliekamu sekrecijos metu, pastaroji iš esmės ir skiriasi nuo paprastos *ekskrecijos*, t. y. nuo nepakeistos medžiagos pašalinimo koncentracijos gradiento kryptimi — proceso, kuriam nereikia energijos. Ekskrecijos pavyzdys gali būti deguonies skverbimasis pro kvėpavimo takų epitelį arba šlapimo filtravimasis pro inkstų kamuolėlius. Tačiau abu šie procesai — ir ekskrecija, ir sekrecija — gana glaudžiai susiję...

Sekretuojančią ląstelę galima palyginti su gamykla, *gaunančia* žaliavą ir *išleidžiančia* gatavą produkciją. Tarp šių dviejų reiškinių ląstelės viduje vyksta nemažai procesų, kol galiausiai susidaro reikalingas produktas. Visas procesas primena šiuolaikinį „montavimo konvejerį", kuriuo slenkant laipsniškai surenkamas gaminys. Sekrecijos produktas šiuo „konvejeriu" slenka nuo vienos subląstelinės struktūros prie kitos...

Sekrecija — tai sudėtingas procesas, kuriame dalyvauja visos ląstelės dalys ir organoidai... Branduolys ir branduolėlis, ribosomos, mitochondrijos ir vakuolių sistema su endoplazminiu tinklu ir Goldžio kompleksu — visi jie vienaip ar kitaip įeina į „montavimo konvejerį", gaminantį galutinį sekrecijos produktą. Vykdant citologinius sekrecijos tyrimus, labiausiai domimasi kaip tik šia koordinuotų fiziologinių įvykių serija, kurioje vienaip ar kitaip dalyvauja visos subląstelinės struktūros. Čia pravartu prisiminti kai kurias svarbias ląstelės funkcijas, apie kurias buvo anksčiau rašyta: 1) įvairių RNR molekulių biosintezę, dalyvaujant struktūriniams ir kitiems genams, sudarytiems iš DNR ir esantiems chromosomose; 2) ribosominės RNR kaupimą branduolėlyje; 3) baltymo sintezę ribosomose, tiksliau, poliribosomose, informacinei RNR sąveikaujant su kompleksais, sudarytais iš aminorūgščių ir atitinkamų transportinių RNR; 4) endoplazminio tinklo vaidmenį, transportuojant „eksportui" skirtą baltymą, ir 5) Goldžio komplekso vaidmenį, koncentruojant sekrecijos pro-

[1] Langerhanso salelės yra kasoje, jos dalyvauja insulino sekrecijoje. — *Sud.*

duktus vienoje vietoje ir juos „supakuojant“. Taigi, nagrinėjant sekrecijos procesus, reikia pakartoti daugelį ląstelės biologijos skyrių...

Daugelyje sekretuojančių ląstelių sekrecija vyksta *nuolatos*, o kitose — *su pertrūkiais*. Pirmuoju atveju sekrecijos produktai išskiriami sintezės eigoje. Tokiose ląstelėse vienu metu galima stebėti visas sekrecijos fazes (medžiagų įsiurbimą, ląstelėje vykstančią sintezę ir sekreto išskyrimą)... Nuolatinės, arba ritmiškos, sekrecijos ciklas vyksta pagal tam tikrą „tvarkaraštį“: pirmiausia medžiaga įsiurbiama, po to perdirbama ir galiausiai kaupiamas produktas. Šiuo atveju matyti esminiai metabolizmo ir morfologijos skirtumai, pereinant nuo vienos ląstelės prie kitos. Ritmiškai sekretuojančių ląstelių pavyzdys gali būti tauriškos žarnyno ląstelės ir iš dalies... kasos ląstelės. Geriausias sekrecijos tyrimo metodas yra gyvo organizmo stebėjimai, nes tada galima ilgą laiką sekti ląstelių likimą. Tačiau tokie stebėjimai ne visada įmanomi ir dažnai susiję su techniniais sunkumais.

Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 432—433.

Virusai

Kas yra virusas

Virusas — viena didžiausių biologijos mįslių. Ar jis „gyvas“, ar ne — ginčytinas klausimas; viruso vieta, matyt, yra kažkur vidury tarp molekulės ir gyvo organizmo.

Neaktyvus virusas matomas tik pro elektroninį mikroskopą, ir tai tik „užmuštas“. O pamatyti virusą veikiantį apskritai neįmanoma.

Dar daugiau, būtent tuo momentu, kai virusas mums pasidaro ypač įdomus, t. y. kai patenka į gyvą ląstelę, jis liaujasi buvęs virusu.

Tad kas gi yra virusas?

Turbūt galima pateikti tik vieną viruso apibūdinimą, kuris bus priimtinas visiems mokslininkams:

Virusas — tai kažkas... nepaprastai mažo dydžio, sugebantis patekti į organizmą ir susargdinti beveik visas gyvas būtybes, besidaugįnantis tik gyvose ląstelėse.

Didesnę laiko dalį negalima pastebėti jokių viruso gyvybės požymių; tokioje būklėje jis gali išlikti daugelį metų. Tačiau bet kuriuo momentu jis sugeba „prisikelti“; tam tereikia imlios ląstelės, kurią virusas galėtų užkrėsti. Vystantis tokiai infekcijai, jis gali virsti nauja viruso forma, sugebančia numarinti 20 milijonų vyrų, moterų ir vaikų,— savotiškas rekordas, kurį pasiekė 1918 metais gripo virusas...

Virusai sukelia daugiau negu pusę dabartinio žmogaus infekcinių ligų ir šimtus gyvūnų, augalų, netgi bakterijų ligų. Virusinės žmogaus infekcijos — tai iš esmės paskutinė didelė grupė infekcinių ligų, kurias mums dar teks nugalėti. Ir nenuostabu, kad mūsų įsivaizduojami virusai paprastai asocijuojasi su ligomis.

Tačiau labai įdomūs atradimai virusologijos srityje padeda ne tiktai spręsti virusinių ligų ir kovos su jomis problemas, bet ir suprasti pačios gyvybės prigimtį...

Iš esmės virusas — tai parazitas, sugebantis daugintis tik gyvoje ląstelėje. Tačiau, patekęs į ląstelę, virusas elgiasi taip, tarytum baltų jos chromosominio aparato dalis, ir, kaip matome, jam pavyksta apgaule priversti ląstelę gaminti naujas virusines daleles...

Netgi perspektyva pajungti virusą žmogaus labui darosi reali. Mes jau sužinojome (1960 metais), kad galima savo nuožiūra sukelti atskiros virusinės daleles pastovius pakitimus, persiduodančius jos palikuonims. Savaime kyla klausimas: ar negalima sukurti palyginti nepavojingų virusų, kurie sugebėtų išstumti ligas sukeliančius tam tikro tipo virusus ir kartu sustabdyti ligos vystymąsi? Arba sukurti virusą, kuris, neliesdamas sveikų ląstelių, naikintų tik vėžines? Pagaliau tolesnėje ateityje mes tikriausiai galėsime sukurti tegu patį paprasčiausią, bet vis dėlto gyvą organizmą iš to, ką turime savo laboratorijose,— iš cheminių junginių negyvų molekulių.

У. Стэнли и Э. Вэленс. Вирусы и природа жизни. М., Изд-во иностр. лит., 1963, р. 9—12.

Viruso išvaizda

Virusai labai gerai matyti plika akimi, jeigu jų pakankamai daug, pavyzdžiui, keli bilijonai (10^{12}), ir jeigu preparate, be virusų, daugiau nieko nėra. Tuomet virusinės dalelės glaudžiai pritampa viena prie kitos, sudarydamos taisyklingą geometrinę struktūrą. Kaip žinoma, toks labai smulkių ir visiškai vienodų dalelių taisyklingas išsidėstymas erdvėje yra būdingas kristalams...

Virusams tipiškus dydžius, išreikštus milimikronais, galima pateikti tokia eile:

9000	milimikronų	— nedidelė gyvūninė ląstelė
600	„	— geltonos šviesos bangos ilgis
60	„	— vidutinio dydžio virusinės dalelės
4	„	— vidutinio dydžio virusinio baltymo subvienetas
0,1	„	— spėjamas atstumas tarp. atomų baltymo molekulėje

Ten pat, p. 14, 17.

Iš esmės virusas sudarytas tik iš dviejų medžiagų: baltymo ir nukleininės rūgšties...

Taigi virusas pasirodė besąs ne baltymas, o nukleoproteidas — chemiškai pastovus nukleininės rūgšties ir baltymo junginys. Tuo laiku jau buvo žinoma, kad nukleoproteidų yra visų gyvų ląstelių branduoliuose. Paprastą virusinę dalelę galima laikyti viena nukleoproteido molekule. Ši milžiniška molekulė sudaryta iš nukleininės rūgšties molekulės, chemiškai sujungtos su stambia baltymo molekule, kuri atlieka apsauginio apvalkalo, supančio nukleininę rūgštį, vaidmenį.

Kaip žinome, molekulė, pagal apibrėžimą,— tai smulkiausia medžiagos dalelė, sugebanti egzistuoti laisvu pavidalu, išlaikydama visas šios medžiagos chemines savybes. Molekulė paprastai susideda mažiausiai iš dviejų atomų, tam tikru būdu susijusių tarpusavy. Daugelis paprastų molekulių gali jungtis viena su kita, sudarydamos vieną didelę molekulę; kaip rodo analizė, makromolekulė, turinti šimtus tūkstančių atomų, paprastai susideda iš daugybės panašių subvienetų.

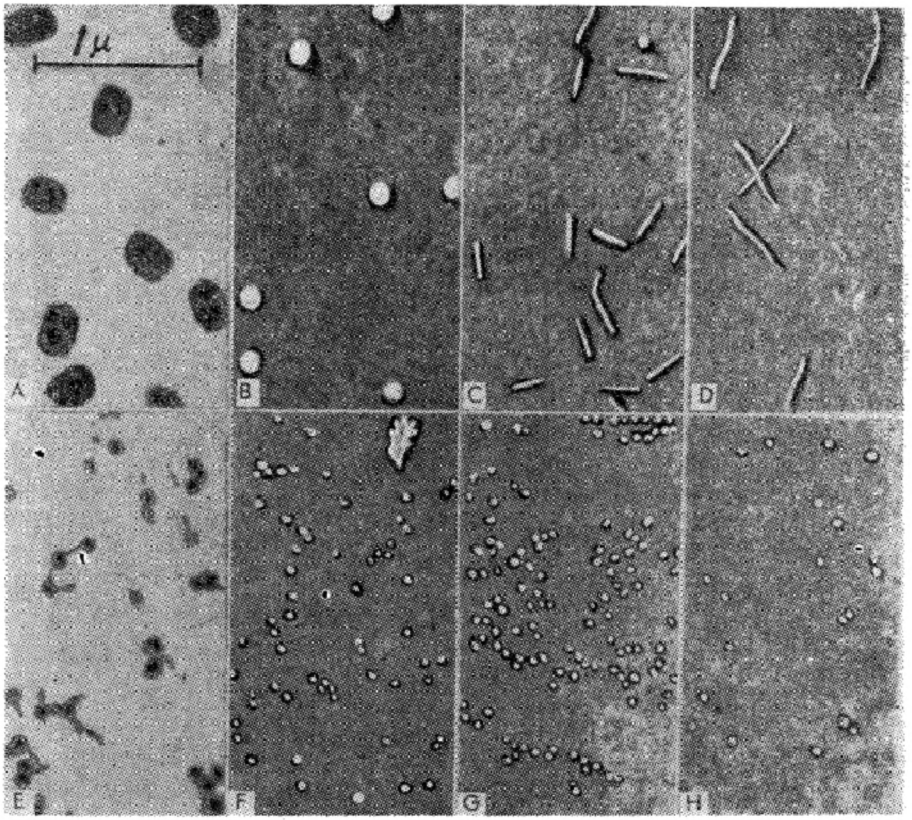
Pavyzdžiui, TMV[1] baltyminį apvalkalą galima suskaldyti maždaug į 2200 identiškų submolekulių. Kiekviena šių mažesnių molekulių savo ruožtu yra sudaryta iš daugelio gana panašių vienetų. Virusų nukleininės rūgšties molekulė taip pat panaši į grandinėlę, sunertą iš vienodų grandžių...

Virusai vienas nuo kito skiriasi taip pat juose esančio baltymo ir nukleininės rūgšties santykiu arba šios rūgšties tipu. Žinomos dviejų tipų nukleininės rūgštys: ribonukleininė rūgštis (RNR), kurioje yra cukraus ribozės, ir dezoksiribonukleininė rūgštis (DNR), kurioje vietoj ribozės yra kitas cukrus — dezoksiribozė. Be to, jos skiriasi ir kitais komponentais bei nukleininių rūgščių struktūra. Daugelis virusų, iš jų poliomielito, gripo virusai ir TMV, turi RNR; kiti, iš jų visi bakteriniai virusai, turi DNR, t. y. tą nukleininę rūgštį, kuri pirmoji buvo aptikta gyvose ląstelėse...

Virusai į gyvus organizmus panašūs vienu požiūriu, o į negyvas chemines molekules — kitu; kartu jie skiriasi ir tarpusavyje. Kadangi virusai yra tarpinės formos ir palyginti paprasti, tai jie detaliau ištirti, todėl mes galime giliau suprasti kai kuriuos gyvybės aspektus. Kaip tik dėl to buvo galima ištirti cheminę molekulę, sugebančią dvigubėti. Tokiu būdu laipsniškai pradedame suprasti cheminius pagrindus tos dauginimosi proceso formos, kuri būdinga visiems tikrai gyviems organizmams...

Išaiškėjo, kad daugumos virusų sudėtiniai elementai išsidėstę griežta tvarka ir dėsningai. Viruso nukleininės rūgšties siūliška molekulė guli maždaug dalelės centre, tačiau menkai žinoma,

[1] TMV — tabako mozaikos virusas. — *Sud.*



Įvairių virusų elektroninės mikronuotraukos:
A — karvių raupų virusas; *B* — gripo virusas; *C* — tabako mozaikos virusas; *D* — bulvių mozaikos ligos virusas; *E* — bakteriofagai; *F* — Souno papilomos virusas; *G* — pupelių pietinės mozaikos virusas; *H* — pomidorų mažaūgiškumo virusas

kaip ji susilanksto viduje. Baltymų struktūriniai subvienetai išsidėstę viruso paviršiuje; kiekvieno tam tikro viruso visi šie subvienetai yra vienodo dydžio. Sferinių virusų baltymo subvienetai išsidėstę ant dalelės paviršiaus ne šiaip sau, kaip pakliuvo: atvirkščiai, jie sudaro nuostabiai taisyklingą ornamentą...

Ten pat, p. 20, 23, 24, 35, 62.

Kaip veikia virusas

Svarbi visų virusų ypatybė yra ta, kad jie, skirtingai negu bakterijos, gali daugintis (kaip sakoma, reprodukuotis) tik gyvose ląstelėse. Daugindamiesi jie sutrikdo normalų ląstelės mechanizmų darbą ir priverčia ląstelę gaminti naujus virusus, kurie paskui užkrečia gretimas ląsteles. Šio proceso metu beveik visa-

da ląstelės pažeidžiamos arba suardomos, ir, jeigu tokių daug, pasirodo atitinkamos ligos simptomai...

Kiekvienas virusas gali užkrėsti tik tam tikro tipo ląsteles. Tai leidžia mums suskirstyti virusus į tris pagrindines grupes: virusai, pažeidžiantys augalus; virusai, pažeidžiantys gyvūnus, taip pat ir žmogų; virusai, pažeidžiantys vienaląsčius organizmus (mikrobus, arba bakterijas).

Pavyzdžiui, poliomielito virusas puola tik žmogaus ir kelių rūšių gyvūnų ląsteles. Tabako mozaikos virusas užkrečia tik kai kurių augalų ląsteles...

Beje, yra keletas „gerų" virusų, kurie sukelia naudingas arba net „gražias" ligas, aišku, žiūrint žmogaus akimis. Miksomos virusas, vienas stambiausių iš iki šiol žinomų virusų, buvo panaudotas — tikrai pasibaisėtinai sėkmingai — viską nusiaubusiai laukinių triušių invazijai Australijoje sustabdyti. Yra žinomi keli augalai (pavyzdžiui, tulpės), kurie užsikrėtę tam tikrų biotipų virusais, esti ypač gražios formos ir spalvos. Tokios virusų užkrėstos tulpės jau keli šimtmečiai yra rūpestingai auginamos...

Ten pat, p. 25, 26, 27.

Viruso dauginimasis

Viruso dauginimosi procesą galima suskirstyti į dvi fazes. Iš pradžių virusinė DNR reprodukuojasi pati, ir ląstelėje susidaro toks jos kiekis, kuris esti kelis šimtus kartų didesnis už pradinį jos kiekį. Taip susidaro naujos virusinėms dalelėms — palikuonims skirtos DNR grandinės. Pradinės virusinės dalelės DNR sintetina naują grandinę, vietoj šablono (matricos) naudodama pati save. Taip bakterinėje ląstelėje atsiranda dvi visiškai vienodos virusinės DNR grandinės.

Kiekviena šių dviejų grandinių taip pat sukuria po vieną savo kopiją, ir jų atsiranda jau keturios. Po to kiekviena šių keturių vėl dvigubėja, t. y. susidaro jau aštuonios grandinės, ir taip toliau, kol šių grandinių ląstelėje atsiranda keli šimtai...

Ten pat, p. 81—82.

Kuo bakterijos skiriasi nuo virusų

Kuo skiriasi bakterijos nuo virusų? Pirmiausia reikia pasakyti, kad bakterijas galima pamatyti pro biologinį mikroskopą, o virusų neįmanoma pamatyti, išskyrus tik vieną ar du, vos vos įžvelgiamus. Vidutinio dydžio bakterijos tūris maždaug 10 000 kartų didesnis už vidutinį viruso tūrį. Tačiau esama ir svarbesnio bakterijų ir virusų skirtumo: bakterijos sugeba egzistuoti palyginti nepriklausomai — jos gali augti ir daugintis beveik visur,

o virusas sugeba daugintis ir sukelti ligas, tik patekęs į gyvą ląstelę...

Bakterija — tai agresyvus plėšrūnas, kuris stačiai užpuola savo aukos ląsteles arba audinius. Dažnai bakterijos ir jos užpultos ląstelės mirtinas susirėmimas baigiasi vienos kurios žuvimu...

Tuo tarpu virusas, tiksliau, viruso nukleininė rūgštis elgiasi taip, tarytum ji būtų tikras funkcinis pažeistos ląstelės komponentas. Savo ruožtu normalūs ląstelės komponentai priima virusinę nukleininę rūgštį už savą ir bendradarbiauja su ja netgi produktyviau, negu su pačios ląstelės nukleinine rūgštimi...

Visi virusai, kokia bebūtų jų kilmė, turi vieną nuostabią bendrą ypatybę: patekę į ląstelę, jie sugeba nepaprastai glaudžiai bendradarbiauti su ląstelės elementais. Ši virusų ypatybė ir nusako, kuo virusinė infekcija skiriasi nuo bakterinės. Būtent ji ir yra ta priežastis, dėl kurios virusinės ligos taip sunkiai išgydomos. Kol virusas funkcionuoja kaip ląstelės sudėtinė dalis, sunku, o kartais ir neįmanoma jo sunaikinti, nesunaikinant kartu ir pačios ląstelės...

Liga virusui taip pat sudaro nepalankias sąlygas, nes susirgę gyvi organizmai naikina jį ir natūraliomis, ir dirbtinėmis priemonėmis. Augalai ir gyvūnai dažnai tampa atsparūs virusams, ir tokios formos turi daugiau galimybių išgyventi, negu jautrūs virusams jų giminaičiai. Žmogus sukuria dar didesnių kliūčių virusui — išrado ir ligos atveju naudoja tokį stiprų antivirusinį ginklą, kaip vakcinos.

Tačiau nei vakcinos, nei natūralus imunitetas negali padėti ląstelei, į kurią pateko viruso nukleininė rūgštis. Nuo šio momento ląstelė neišvengiamai tampa bejėgė ir paklusni auka...

Ten pat, p. 100—102, 103—104.

Virusinės ligos

Iš visų parazitų grupių virusai sukelia daugiausia ligų. Jie būna aklumo, kurtumo, paralyžiaus, protinio nepilnavertiškumo, įvairių įgimtų defektų ir galiausiai kai kurių augalų ir gyvūnų vėžio priežastis...

Tokios visiems žinomos ligos, kaip tuberkuliozė, plaučių uždegimas, vidurių šiltinė ir raupsai, yra bakterinės prigimties, o tymai, kiaulytė, raupai, vėjaraupiai, gripas, poliomielitas, geltonasis drugys ir paprasta sloga — labiausiai paplitusios virusinės ligos. Galimas daiktas, kad ir leukemija taip pat virusinės kilmės, o kai kurie virusologai įtaria, kad virusai yra ir išsėtinės sklerozės, Hodžkino ligos, Dauno ligos ir galbūt netgi šizofrenijos priežastis...

Poliomielito virusas sunaikina stuburo smegenų pilkosios medžiagos ląsteles ir sukelia paralyžių. Ligos pavadinimas sudary-

tas iš dviejų graikiškų žodžių: „polios“— pilkas ir „myelos“— kaulų čiulpai. Ypač liūdnos buvo šios ligos pasekmės 1916 m. Niujorke, kur nuo jos mirė 2000 žmonių, o dar 7000 liko paralyžiuoti.

Gripas, arba influenca, buvo taip pavadintas italų astrologų, kurie gripo epidemijas siejo su iš žvaigždžių einančios „paslaptingos jėgos veikimu“ (influence) arba „emanacija“.

Tymai, kurių virusinė kilmė buvo įrodyta 1911 metais, yra viena seniausiai žinomų virusinių ligų. Iš pradžių ji buvo laikoma lengva raupų forma. Vien tik JAV kasmet užregistruojama keli šimtai tūkstančių susirgimų, iš kurių maždaug 300 baigiasi mirtimi. Maždaug kas 2—3 metai liga esti epideminio pobūdžio. Dažniausiai tymais serga vaikai.

Raudonukė gali sukelti kūdikiui įvairiausių anomalijų, jeigu motina ja suserga pirmųjų keturių nėštumo mėnesių laikotarpiu.

Vėjaraupiais lengvai perserga vaikai ir jaunuoliai, tačiau suaugusiems žmonėms tas pats virusas sukelia labai kankinančią ligą, vadinamą pūsleline juostiškąja.

Hepatitas, anksčiau vadintas geltlige,— infekcinė kepenų liga. Tai itin nemaloni, bet retai kada mirtina liga. Tik antrojo pasaulinio karo pabaigoje išaiškėjo jos virusinė kilmė. Dabar žinomi du visiškai skirtingi hepatito viruso biotipai.

Herpesas, dėl kurio susidaro pūslės ir žaizdelės (dilgėlinė),— tai žmogaus emocinei būklei jautrus virusas. Jį turi dauguma suaugusių žmonių, tačiau paprastai jis esti neaktyvus, o suaktyvėja tik tada, kai žmogaus organizmas dėl ko nors nusilpsta...

Ten pat, p. 131—134.

Virusų paplitimas

Virusai keliauja oru, žeme, vandeniu. Jie nuskrenda iš vienos vietos į kitą su vabzdžiais, lėktuvais; juos nešioja vėjas; jie keliauja su paukščiais ir laivais, su žuvimis ir kirmėlėmis.

Virusai ne tik gali, jie *turi* keliauti, kad „išgyventų“. Koks bebūtų virusas, jeigu jis „lindi“ savo aukos — augalo arba gyvūno — viduje, iš esmės yra negyvas. Jis turi patekti į kitą imlų jam augalą arba gyvūną, nes jam reikia daugintis; priešingu atveju virusas amžiams liks tik niekinga dulkelė.

Ten pat, p. 140.

Virusai ir vėžys

1903 metais, praslinkus keleriems metams po to, kai buvo atrasti virusai, prancūzų bakteriologas A. Borelis padarė prielaidą, kad virusai turi kažkokį ryšį su vėžiu. Tačiau į šią prielaidą, atrodo, niekas nekreipė dėmesio...

Ir tik 1911 m. P. Rausui pirmajam pavyko tikrai nustatyti, kad esama ryšio tarp virusų ir vėžio. Rausas eksperimentavo su vištomis ir atkreipė dėmesį į jų piktybinius auglius... Jis išpjovė tokį piktybinį vištos auglį ir nustatė, kad iš jo paimtos ląstelės, įleistos kitoms vištoms, sukelia tokį patį auglį. Po to jis padarė nuostabų atradimą: paaiškėjo, kad ekstraktas, gautas iš auglio, sukelia vėžį net išfiltruotas pro filtrą, sulaikantį pačias smulkiausias bakterijas. Tapo aišku, kad vėžį — natūralią vištų ligą — sukelia virusas...

Nors yra duomenų, rodančių, kad virusai gali sukelti vėžį gyvūnams, daugelis tyrinėtojų dar visiškai neseniai anaiptol nenorėjo sutikti, kad esama kokio nors ryšio tarp virusų ir piktybinių žmogaus auglių.

Tik 1960 m. pradžioje buvo gauta duomenų, leidžiančių manyti, kad žmogaus vėžys gali būti užkrečiamas. Kaip bebūtų, pagrindiniai biologiniai procesai, vykstantys įvairių rūšių gyvūnų ląstelėse, iš esmės panašūs, ir tai leidžia mums visus tuos duomenis, kurie buvo gauti tiriant piktybinius gyvūnų virusus, tiesiogiai panaudoti žmogaus vėžio problemai spręsti. Todėl galėtume padaryti prielaidą, kad virusai sukelia daugelio tipų piktybinius auglius, o po to pabandyti numatyti ir atlikti eksperimentus, kurie parodytų, ar ši prielaida teisinga...

Grįžtant prie betarpiškai mus dominančio klausimo, kokios perspektyvos tiriant viruso ir vėžio tarpusavio ryšį, pažymėtina, kad dabar šis uždavinys sprendžiamas įvairiausiais būdais. Pavyzdžiui, tiriant fermentų susidarymą gyvoje ląstelėje, buvo atskleistas nuostabus ląstelių veiklos pobūdžio panašumas augant piktybiniam augliui ir susidarant virusams. Virusų užkrėstoje ląstelėje daugėja tų fermentų, kurie dalyvauja cukrų sintezėje, o dėl to savo ruožtu ląstelėje daugiau pagaminama energijos, kuri gali būti panaudota virusiniam nukleoproteidui susidaryti. Šis sudėtingas anomalus procesas labai primena vaizdą ląstelėse, nesulaikomai augant vėžiniam audiniui...

Virusai, vėžys, genai, gyvybės esmės ir kilmės problema — visa tai labai glaudžiai susiję. Tam tikromis sąlygomis virusai gali elgtis kaip genai, o genai — kaip virusai. Virusai gali sukelti vėžio vystymąsi, tačiau drauge jie tam tikru mastu gali ir ardyti vėžinį audinį.

Be to, virusai teikia mums vienintelę galimybę nukleininės rūgšties funkcijai išsiaiškinti, o galbūt ir pačios gyvybės prigimčiai suprasti. Virusai palyginti paprasti. Tai vieninteliai mums žinomi objektai, iš kurių galima išgauti nukleininę rūgštį, ją išgryninti, pakeisti chemiškai ir, neatėmus iš jos biologinio aktyvumo, įleisti į ląstelę. Naujai susidariusius užkrėstoje ląstelėje viruso palikuonis po to galima išskirti ir visapusiškai ištirti.

Matyt, virusai suteiks ir daugybę vertingų žinių, reikalingų evoliucijai, t. y. visos gyvybės Žemėje vystymosi procesui, tirti...

Ten pat, p. 146, 148, 150, 159, 228.

Virusai daugiausia sudaryti iš baltymo. Kartu jie yra glaudžiai susiję su kitais svarbiais baltymais, pavyzdžiui, fermentais ir antikūniais.

Fermentai — tai baltyminės molekulės, atliekančios biologinių katalizatorių funkciją. Be jų negali vykti gyvybės procesai, jų funkcija yra pagreitinti įvairias chemines reakcijas, palaikančias visų formų gyvybę. Fermentai virškina maistą, padeda kaupti energiją, išsiskiriančią oksiduojantis įvairioms medžiagoms, ir perduoti ją raumenims. Jie skaldo dideles ir mažas molekules, iš jų ir baltymų molekules, skatina aminorūgštis jungtis į naujas baltymų molekules; netgi patys fermentai nesusidaro, jiems nedalyvaujant.

Kiekvienas fermentas gali dalyvauti tik kokioje nors vienoje specifinėje reakcijoje, o fermentinių aktų per minutę gali būti iki kelių tūkstančių. Sudėtingos cheminės reakcijos vyksta nuosekliai, etapas po etapo; jos susideda iš daugelio tarpusavyje suderintų paprastų reakcijų, be to, kiekvienoje dalyvauja atskiras fermentas.

Kadangi virusams daugiau ar mažiau būdingos gyvų organizmų savybės, jie visiškai negali apsieiti be fermentų. Fermentai reikalingi virusinei dalelei patekti į ląstelę, kad ten ji galėtų gaminti naujas virusines daleles ir pagamintas jas išleisti iš negyvos ląstelės. Pavyzdžiui, praslinkus vos 1—2 minutėms po to, kai bakterinę ląstelę užkrėtė virusas, atsiranda naujas fermentas, sugebantis iš ląstelėje esančių medžiagų sintetinti tam tikrą junginį, be kurio virusas negali daugintis. Netrukus bakterinėje ląstelėje galima aptikti mažiausiai 10 fermentų, kurie ardo virusui nereikalingus ląstelės komponentus ir renka naujas virusines daleles.

Virusai tam tikra prasme priklauso nuo kito baltymų tipo — antikūnių — aktyvumo. *Antikūnis* — tai cirkuliuojanti kraujyje molekulė; ji gali reaguoti su atitinkama specifine svetima medžiaga, vadinama *antigenu*, ją neutralizuoti. Antigeną savo ruožtu galima apibūdinti kaip medžiagą, kuri, įleista į gyvūnų organizmą, skatina susidaryti atitinkamą antikūnį. Šių dviejų medžiagų susijungimo reakcija vadinama *antigeno—antikūnio reakcija.*

Didžioji baltymų dalis yra geri antigenai, ir viruso baltyminis apvalkalas nėra išimtis. Todėl virusas, užkrėsdamas gyvūną, sužadina ir antikūnių susidarymą; ir jeigu susidaro pakankamas šių antikūnių kiekis, jie gelbsti gyvūną nuo šio viruso pakartotinio užpuolimo. Taigi gyvūnas, išlikęs gyvas po virusinės infekcijos, įgyja imunitetą.

Ten pat, p. 177—178.

Faginė infekcija

Kita faktų grupė, rodanti esant ryšį tarp nukleininių rūgščių ir paveldimumo reiškinio, susijusi su bakterinių ir augalinių virusų veikla.

Kaip žinoma, bakteriofagai negali daugintis ir apskritai funkcionuoti, kol nepatenka į ląstelę.

Tačiau, vos tik fagas prisiliečia prie ląstelės paviršiaus, bakterija nustoja normaliai augusi. Kai į šeimininko ląstelę patenka virusinė medžiaga, normali ląstelės gyvenimo eiga kinta, ir visi jos mechanizmai persitvarko naujai fago DNR ir baltymų gamybai. Nuo šio momento ląstelės aparatas pajungtas naujų fago dalelių sintezei. Kai kurie iš besisintetinančių baltymų naudojami fago dalelės galvutei ir uodegai sudaryti, kiti baltymai atlieka fermentines funkcijas, daugiausia dalyvaudami fago DNR sintezėje. Taigi faginę infekciją galima įsivaizduoti kaip pašalinės genetinės medžiagos įsikišimą į ląstelės kontrolinio mechanizmo veiklą.

Jeigu fago infektiškumas yra pagrindinė jo genetinė savybė, tai reikia įrodyti, kad ir šiuo atveju svarbiausias vaidmuo priklauso DNR.

С. И. Алиханян. Современная генетика. М., «Наука», 1967, p. 29.

Bakteriofagai

Bakteriofagai yra šimtus kartų mažesni už bakterijas. Savo išvaizda dauguma fagų primena buožgalvius.

Viso bakteriofago ilgis nuo uodeginės ataugos iki galvutės viršūnės yra maždaug 2000 Å. Bakteriofagai morfologiškai yra labai įvairūs. Jų uodeginės ataugos gali būti įvairaus ilgio, o kiti gali jų ir neturėti.

Fago cheminiai komponentai — DNR ir baltymas. Fago galvutėje yra DNR molekulė, apsupta baltyminio apvalkalo. Neseniai buvo aptikti bakteriofagai, turintys RNR. Jeigu DNR molekulę despiralizuosime, ji pasirodys tūkstantį kartų ilgesnė už patį bakteriofagą.

Užkrėtus bakteriofagais bakterinę ląstelę, jos dalelės adsorbuojasi ant bakterijos apvalkalo. Po to bakterijos apvalkalas fago prisitvirtinimo vietoje lizuojasi, veikiamas bakteriofago fermentų, ir bakteriofago DNR molekulė pro uodeginę ataugą, kaip pro švirkštą, įšvirkščiama į ląstelę...

Jeigu pasektume biocheminius kitimus, vykstančius bakteriofagu užkrėstoje ląstelėje, pasirodytų, kad pirmomis minutėmis po adsorbcijos sintetinasi vadinamieji ankstyvieji baltymai ir RNR, DNR ir kitų pilnaverčio fago struktūrinių komponentų sintezei reikalingos medžiagos. Praėjus 6 minutėms po adsorbcijos, užkrėstoje ląstelėje prasideda fago DNR sintezė, kuri yra daug kartų intensyvesnė už DNR sintezę neužkrėstoje ląstelėje.

Ten pat, p. 97—98.

5. Organizmų dauginimasis ir individualus vystymasis

Šis skyrius supažindina su svarbiausia ląstelių savybe — jų sugebėjimu daugintis, kas ir lemia gyvybės nenutrūkstamumą. Čia aprašytos svarbiausios ląstelių dauginimosi formos ir dalijimosi tipai. Mitozė (arba kariokinezė) — labiausiai paplitęs ląstelių dalijimosi būdas; jos metu ląstelė praeina keletą vieną po kitos sekančių stadijų, ir todėl kiekviena dukterinė ląstelė gauna tokį pat chromosomų rinkinį, kaip kad turėjo motininė. Mejozė — lytinių ląstelių dalijimasis. Amitozė — branduolio dalijimasis, nesusidarant mitoziniam aparatui. Partenogenezė — savitas lytinio dauginimosi tipas, būdingas kai kuriems organizmams. Šiame skyriuje daug dėmesio skiriama chromosomų morfologijai, skaičiui ir cheminei sandarai, nes su jomis susijusi viena svarbiausių gyvųjų organizmų ypatybių — paveldimosios informacijos perdavimas.

Puslapiai iš embriologijos istorijos rodo, kaip formavosi mokslas apie individualų organizmų vystymąsi, kuo prie šios problemos sprendimo prisidėjo įžymūs rusų mokslininkai K. Volfas ir K. Beras.

Skyriaus pabaigoje pateikiama medžiagos iš gerontologijos — naujos mokslo srities, tiriančios senėjimo priežastis ir mechanizmus. Nagrinėjama žmogaus ir kai kurių gyvūnų ilgaamžiškumo problema, taip pat senatvės tyrinėjimo reikšmė.

Embriologijos laimėjimai XIX a. pradžioje

Lyginamosios embriologijos pradininkai

Embriologiniai darbai ir ląstelės teorija yra vieni svarbiausių iš XIX a. pirmosios pusės tyrinėjimų ir atradimų, turėjusių ypač didelį poveikį tolesniam biologijos mokslų vystymuisi ir svarbią reikšmę evoliucijos mokslo pagrindimui.

Iš embriologų, padėjusių pagrindus lyginamajai embriologijai, paminėtini keturi: I. Mekelis, M. Ratkė, Ch. Panderis ir K. Beras. I. Mekelis (1781—1833) nustatė, kad tarp aukštesniųjų ir žemesniųjų formų kraujotakos sistemos embrioninio vystymosi

esama paralelizmo, ir padarė išvadą, jog žemesniųjų gyvūnų suaugę individai yra panašūs į aukštesniųjų gemalus.

M. Ratkė (1793—1860), nagrinėjęs tą patį klausimą, išaiškino, kad paukščių ir žinduolių embrionai turi žiaunų plyšius ir į juos einančias kraujagysles. Toliau stebėdamas šių gyvūnų embrioninį vystymąsi, Ratkė ištyrė, kad žiaunų plyšiai išnyksta ir formuojasi plaučiai.

Tačiau didžiausią reikšmę embriologijos vystymuisi turėjo dviejų įžymių Peterburgo Mokslų Akademijos zoologų — Christiano Panderio (1794—1865) ir Karlo Bero (1792—1876) — darbai.

Christianas Panderis — mokslininkas, pasižymėjęs mokslinių interesų platumu, vienas iš paleontologijos pradininkų Rusijoje, talentingas embriologas, K. Volfo darbų tęsėjas, mokymo apie gemalinius lapelius kūrėjas, tvirtų įsitikinimų transformistas, mokymo apie rūšių kintamumą šalininkas.

Embriologijos vystymuisi ypač svarbūs jo atlikti vištos kiaušinio vystymosi tyrimai, paskelbti 1817 m. Jis aptiko skirtingus, nevienodu laiku besiformuojančius embrioninius sluoksnius, iš kurių susidaro vištos embriono organai.

...Panderio darbai, matyt, tapo impulsu klasikiniams Bero tyrinėjimams. Svarbiausia yra jo veikalo „Gyvūnų vystymosi istorija" antroji dalis, kur pateikiama visų pagrindinių stuburinių gyvūnų grupių embrioninio vystymosi lyginamoji apžvalga. Šie darbai davė pradžią dabartinei embriologijai, kaip savarankiškai tyrimų sričiai, ir sukūrė lyginamąją embriologiją, kaip svarbią lyginamosios anatomijos sudėtinę dalį, įgalinančią nustatyti įvairių gyvūnų formų giminingumą.

Klasikinių Bero tyrinėjimų reikšmė milžiniška. Remiantis šiais darbais, buvo suformuluotas dėsnis, pagal kurį aukštesniųjų gyvūnų gemalai primena ne žemesniųjų gyvūnų suaugusias formas (kaip manė Mekelis), o yra panašūs tik į jų gemalus. Beras pažymėjo, kad bendri didelės gyvūnų grupės požymiai embrionui atsiranda anksčiau, negu specialieji. Embrioninio vystymosi eigoje iš bendresnių formų susidaro mažiau bendros, kol galiausiai atsiranda specialiosios. Taigi embrionas vis daugiau ir daugiau nukrypsta nuo bendrų formų į specialesnes. Beras ne tik nustatė įvairių embriono požymių formavimosi seką, bet ir nurodė, kad ši seka bendrais bruožais atitinka to gyvūno protėvių šių požymių atsiradimo seką. Bero dėsnį galima buvo panaudoti kaip pagrindą atskirų sistematinių grupių giminingumo laipsniui nustatyti. Juo artimesnė giminystė, juo vėliau embriogenezėje pradeda išsiskirti sistematiniai požymiai.

«История эволюционных учений в биологии», под ред. В. И. Полянского, Ю. И. Полянского. М.—Л., «Наука». 1966, p. 126, 127.

K. Bero mokymas apie gemalinius lapelius

Pereidami prie tų itin svarbių idėjų, kurias Beras išvystė savo klasikiniame veikale, įvertinimo, pirmiausia pažymėsime, kad jo nuopelnas yra mokymo apie gemalinius sluoksnius, arba lapelius, kurį embriologijoje numatė dar Panderis, sukūrimas. Šis mokymas sudaro esminę dabartinės embriologijos dalį. Beras skyrė du pagrindinius pradinius embrionų sluoksnius, homologinius visos gyvūnijos. Iš jų vėliau susidaro visi organai. Be to, Beras detaliai pasekė kiekvieno lapelio likimą...

Pagal Berą, iš odos sluoksnio, toliau vystantis, atsiranda dangalai, nervų sistema ir jutimo organai; iš raumenų sluoksnio — raumenys, kaulai ir indai; iš indų sluoksnio, arba lapelio,— mezenteriumas ir indai; ir pagaliau iš gleivinio sluoksnio susidaro žarnynas. Toliau vystydamiesi, šie sluoksniai susisuka į vamzdelius, kurie yra, anot Bero, pirminiai, arba fundamentalūs, organai, ir iš jų paskui galutinai susiformuoja organai.

Lyginant Bero požiūrį į gemalinius lapelius su dabartiniu šio klausimo supratimu, galima pastebėti, kad požiūris į gemalinius lapelius nuo Bero laikų labai pasikeitė ir pasidarė sudėtingesnis. Bero vadinamasis odos sluoksnis atitinka, pagal dabartinę terminologiją, ektodermą, gleivinis sluoksnis — entodermą. O mezodermą sudaro tie dariniai, kurie, pasak Bero, priklauso raumeniniam ir indų sluoksniams, vadinasi, priklauso animalinei ir vegetatyvinei (Bero terminologija) dalims. Taigi mezodermą sudaro skirtingos kilmės dalys, todėl kai kurie mokslininkai vėliau pasisakė prieš mezodermos, kaip atskiro sluoksnio, lygiareikšmio entodermai ir ektodermai, egzistavimą.

Б. Е. Райков, Карл Бер. Его жизнь и труды. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961, p. 118, 119, 121.

Pagal kitą Bero teiginį, tapusį pagrindu embriologijai, gemalas vystydamasis niekada neįgyja kito suaugusio organizmo formos; iš pradžių jam būdingi tik vieno ar kito tipo, pavyzdžiui, stuburinio, ar kirmėlės, ar minkštakūnio, požymiai, bet koks bus tas stuburinis ar minkštakūnis ir t. t., dar negalima nustatyti. Vėliau išryškėja klasės požymiai. Sakysim, išaiškėja, kad tai paukštis, arba žuvis, arba žinduolis. Dar vėliau pasirodo būrio, šeimos ir kt. požymiai. Pavyzdžiui, tampa aišku, kad tai plėšrus arba kanopinis gyvūnas ir t. t. Taigi tipas, Bero žodžiais tariant, lyg ir dominuoja viso vystymosi eigoje, o specialieji požymiai atsiranda laipsniškai po bendresnių.

Б. Е. Райков. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Т. II, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, p. 49—50.

Beras apie žinduolių vystymosi atradimą

Vis dėlto labiausiai mane traukė žinduolių raidos istorija tiek paties embriono vystymosi, tiek ir kiaušinio, nuo kurio prasideda šis vystymasis, susidarymo požiūriu. Nors man pavyko gauti tik nedaug pirmųjų vystymosi stadijų embrionų, aš aptikau tokį didelį jų panašumą į atitinkamas viščiuko vystymosi stadijas, kad negalima buvo abejoti, jog ir vystymosi būdai iš esmės yra panašūs. Kad įvairių šeimų žinduolių kiaušinių apvalkalai ir bendra forma yra labai skirtingi, tai buvo jau seniai žinoma. Bet vėliau mokslininkai šias skirtingas formas pradėjo sieti į vieną pagrindinę, turinčią daug panašumų į vėlesnių vištos embrionų apvalkalus. Ypač taiklius palyginimus šiuo klausimu pateikė Diutrošė ir Kiuvjė. Tai davė pagrindą spėti, kad bus rasti dar didesni panašumai, pasekus šių gyvūnų, kaip kad viščiuko, visas vystymosi stadijas atvirkščia kryptimi, iki pat proceso pradžios, neapsiribojant atskiromis vystymosi pakopomis, kurios atsitiktinai pasitaiko. Šį būdą ir išbandžiau, dirbdamas iš pradžių su šunimis. Skverbiausi vis arčiau pirminės formos ir rasdavau vis paprastesnius embrionus. Pastebėjau, kad šuns embrionas labai panašus į vištos embrioną galvos bei viso kūno forma ir žarnynu, kuris uždaras tik galuose, o beveik per visą ilgį virtęs plyšiu, pereinančiu į trynio maišą. Dar ankstesnėje vystymosi pakopoje visas būsimasis embrionas buvo išsiklojęs virš trynio. Pats kiaušinis turėjo iš pradžių vos pastebimus plaukelius ir, žiūrint pro mikroskopą, nedaug tesiskyrė nuo miniatiūrinio paukščio kiaušinio, neturinčio kieto lukšto. Dar toliau skverbdamasis, kiaušiakiuose radau labai smulkias, pusiau permatomas ir todėl sunkiai įžvelgiamas pūsleles, ant kurių pro mikroskopą buvo galima pastebėti apskritą dėmelę, panašią į vištos kiaušinio gemalą, ir netgi dar smulkesnius nepermatomus apskritos formos ir grūdėtos išvaizdos kūnelius. Šitaip beveik nevalingai atradau kiaušinį tokį, koks jis yra kiaušidėje iki apvaisinimo, nors ir nesiryžau šios stadijos laikyti savo tyrimų pradiniu momentu.

...Neįsivaizdavau, kad žinduolių kiaušinio vidus būtų toks panašus į paukščio kiaušinio trynį... Mane apstulbino tai, kad pamačiau prieš save ryškių kontūrų, taisyklingos formos, storu apvalkalu apgaubtą rutulėlį, kuris skyrėsi nuo paukščio trynio tik standžiu, truputį atsiknojusiu išoriniu apvalkalu...

...Kaip bebūtų, iki mano tyrinėjimų nebuvo žinoma, kad žinduolių kiaušinis iki apvaisinimo ir net gerokai prieš subrendimą susiformuoja kiaušidėje, būtent Grafo pūslelės viduje...

Taigi žinduolių kiaušinis yra iš tikrųjų trynio rutuliukas, kaip ir paukščio kiaušinis, tik daug mažesnis...

Акад. К. М. Бер. Автобиография. М., Изд-во АН СССР, 1950, р. 313—314, 319, 322, 323.

Volfo ir Bero pažiūrų idėjinis ryšys

Ypač reikšmingas Volfas kaip embriologas, sudavęs stiprų smūgį preformizmui ir pateikęs klasikinius viščiuko vystymosi kiaušinyje tyrimus.

Pagrindinė Volfo mintis yra ta, kad vystymasis vyksta laipsniškai nuo paprasto iki sudėtingo. Tokį vystymąsi Volfas pavadino epigeneze. Embriogenezės veiksnius Volfas bandė aiškinti kitaip, negu kiti epigenetikai, būtent ir Harvėjus, remdamasis gamtos mokslais, o ne nuoroda į nematerialias jėgas. Pavyzdžiui, jis rašė apie pritraukiančias ir atstumiančias jėgas, vykstant ontogenezei, kaip gemalo pasikeitimų priežastis, bet šiuose terminuose jis atsisakė idealistinio supratimo apie „gyvybinę jėgą". Tačiau, aišku, į klausimą dėl embriogenezės veiksnių, vieną sudėtingiausių dabartinės biologijos klausimų, Volfas negalėjo bent kiek išsamiau atsakyti.

Volfo veikalai buvo gerai žinomi Berui, kuris neapsiribojo pažintimi su jo spausdintais darbais, o studijavo ir turtingą Volfo rankraštinį palikimą po jo mirties. Vargu ar galima abejoti, kad Volfo idėjos turėjo įtakos Berui. Vidinis idėjinis ryšys tarp šių dviejų rusų akademikų, didžių mokslininkų, embriologijos pradininkų, yra neabejotinas.

Б. Е. Райков. Карл Бер. Его жизнь и труды. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961, p. 133—134, 326.

Mano atliktų gyvūnų vystymosi stebėjimų bendra išvada, kaip matyti iš to, kas pasakyta, turi būti suformuluota visiškai kitaip, negu Volfo gautas rezultatas. Tačiau šis skirtumas iš esmės nėra toks didelis, kaip atrodo. Volfas turėjo galvoje jo laikais vyravusią preformacijos arba gemalų įterpimo teoriją, pagal kurią gatavas gemalas jau nuo pat pradžios egzistuoja kiaušinyje, bet jis toks mažas, kad neįmanoma pastebėti...

Teisinga tai, kad kiaušinyje apskritai neegzistuoja iš anksto nei galva, nei kojos, nei kitos atskiros kūno dalys; jos formuojasi. Bet tai vyksta, ne susidarant naujam dariniui, o persitvarkant jau esančiam...

Kūno sandara nėra iš anksto suformuota (preformuota), bet vystymosi eiga visiškai pakartoja tą procesą, kurį praėjo tėvai... Todėl galima sakyti, kad gyvybinis procesas vyksta be paliovos iš kartos į kartą — nuo protėvių iki palikuonių.

Акад. К. М. Бер. Автобиография. М., Изд-во АН СССР, 1950, p. 326—327.

Preformacijos teorija

XVIII a. vyraujanti mokslininkų pažiūra į gyvąją gamtą buvo, kaip žinoma, preformacijos, arba išankstinio gemalų egzistavimo, teorija. Pagal šią pažiūrą gemalai yra įdėti vienas į

kitą kaip žaisliniai sudedami kiaušiniai, skirtumas tik toks, kad ši seka dingsta begalybėje. Gemalai visiškai susiformavę, bet tokie maži ir permatomi, kad neįžiūrimi netgi pro mikroskopą. Tačiau juose yra visi vidaus organai, net ir lytiniai, kuriuose slypi būsimosios kartos gemalai, ir t. t. Tokiomis sąlygomis visas morfogenezės procesas esantis tik jau gatavos būtybės augimas. Gemalas sukurtas tarytum iš anksto iki vystymosi pradžios, o vystymosi eigoje tik didėja, jame nesusidaro nieko nauja.

...Mūsų požiūriu, preformacijos teorija atrodo keista: vienas kitame esančių kaskart vis mažesnių gemalų begalinė grandinė daro fantastinį įspūdį. Tačiau XVIII a. žmonėms ši teorija buvo visiškai priimtina pagal analogiją, paruošta, kaip atrodė, visos mokslų vystymosi eigos. Ji, matyt, sugebėjo apeiti ontogenezės ir filogenezės sunkumus. Klausimas, kaip atsirado tokios įterptų gemalų sistemos, buvo sprendžiamas labai paprastai, visiškai pagal tuometinio mokslo dvasią: šias sistemas dar pačioje gyvų organizmų kūrimo pradžioje sutvėręs dievas. Taigi organizmai jau iš anksto esą apdovanoti ne tik savybe kurti į save panašius, bet ir gatavų, kompaktiškų gemalų atsargomis. Garsusis Haleris galėjo visiškai rimtai skaičiuoti, kiek žmonių kartų slypėjo Ievos kiaušidėse, ir apskaičiavo, kad nuo žmogaus sutvėrimo iki jo paties gyvenamojo laikotarpio suspėjo realizuotis 200 milijardų gemalų.

Preformistams priklausė įžymūs XVII — XVIII a. mokslininkai; filosofiniu požiūriu šį mokymą rėmė Leibnicas [1]. Antroje XVIII a. pusėje minėtasis Haleris ir jo autoritetu besiremiantis Bonė buvo patys uoliausi preformizmo teorijos šalininkai.

Albrechtas fon Haleris (1708—1777) buvo įžymiausias XVIII a. fiziologas, daugelio gydytojų ir gamtininkų kartų mokytojas. Daug metų eidamas profesoriaus pareigas Heidelberge, jis sukūrė ištisą mokyklą. Halerio vadovėlis... (1747) ir pagrindinis 8-tomis jo veikalas... (1757—1766) buvo pirmieji fiziologijos vadovai ir pagrindiniai šaltiniai, iš kurių Halerio amžininkai ir palikuonys pusę šimtmečio sėmėsi žinių.

Preformacijos teorija, ypač ta forma, kokią jai suteikė Haleris, be abejonės, vedė biologijos mokslą į aklavietę. Ypač būdingi du bruožai: pirma, ši teorija iš tikrųjų nieko neaiškino — tai buvo principinis atsisakymas aiškinti, nes ji viską suvesdavo į antgamtinio kūrimo produktų realizavimąsi laike, t. y. į aktą, esantį už bet kurio mokslo ribų; antra,— ir mums tai svarbiausia,— preformacijos teorija visiškai neigė bet kokį tikrąjį vystymąsi. Pagal ją, formos duotos kaip kažkas gatava, anaiptol jose neįžiūrima vystymosi proceso. Taigi gemalų įterpimo teorija iš

[1] Leibnicas (1646—1716) — filosofas idealistas, vienas įžymiausių matematikų, kuris kartu su Niutonu pagrindė diferencialinį ir integralinį skaičiavimą. — *Sud.*

esmės priešinga transformizmo[1] idėjai. Kol ši teorija buvo viešpataujanti pasaulėžiūra, apie tikrąjį vystymąsi negalėjo būti ir kalbos...

Б. Е. Райков. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. — «Материалы к истории эволюционной идеи в России». Т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, p. 108, 109, 110.

Ovulistai ir animalkulistai

Tarp preformizmo šalininkų išryškėjo dvi srovės. Dauguma teigė, kad gemalas „iš anksto egzistuoja" kiaušinyje (ovulistai); kiti manė, kad miniatiūrinis gemalas — tai sėklinis kūnelis, įsiskverbęs į kiaušinį ir ten augantis (animalkulistai). Įžymiausi preformistų ovulistų atstovai buvo Svamerdamas (1637—1680), Malpigis (1628—1694), Sarlis Bonė (1720—1793), Albrechtas fon Haleris (1708—1777). Animalkulistas buvo įžymusis mikroskopininkas Levenhukas (1632—1723) ir kai kurie kiti mokslininkai. Panašaus požiūrio laikėsi žinomas filosofas idealistas Leibnicas (1632—1732).

Б. Е. Райков. Карл Бер. Его жизнь и труды. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961, p. 131—132.

V. Harvėjus[2] — epigenezės šalininkas

Knygoje „De generatione animalium", išleistoje 1651 m., pateikti Harvėjaus daugelio metų stebėjimų duomenys apie žinduolių ir paukščių lytinių organų sandarą ir embrioninį vystymąsi. Be gausios faktinės medžiagos, šiame puikiame veikale yra išdėstytos Harvėjaus teorinės pažiūros. Skirtingai negu preformistai, Harvėjus ontogenezę laiko tikru vystymusi, gemalo naujų dalių formavimusi kiaušinyje. Be to, Harvėjus, aptardamas besivystančio gemalo maitinimosi būdus, baltymo ir trynio santykinį vaidmenį maitinantis, embriono kraujo apytakos organų funkcijas ir t. t., pirmasis šią problemą nagrinėjo ne tik morfologiniu, bet ir fiziologiniu požiūriu. Harvėjui priklauso garsusis posakis „Omne vivum ex ovo" („Visa, kas gyva,— iš kiaušinio").

Epigenetinės pažiūros embriologijoje atstovavo, be abejo, pažangiajai krypčiai, priešingai metafizinei pasaulėžiūrai. Tačiau epigenezei, ypač jos ankstyviesiems atstovams, buvo būdingas ryškus vitalistinis (idealistinis) pobūdis. Embrioninio vystymosi

[1] Transformizmas — mokymas apie evoliucinį vystymąsi. — *Sud.*

[2] Viljamas Harvėjus (1578—1657) — įžymus anglų gydytojas, tvirtai nustatęs mažojo ir didžiojo kraujo apytakos rato vaidmenį, parodęs jo reikšmę įvairioms organizmo funkcijoms ir patologinių procesų eigai. Paskutiniuosius savo gyvenimo metus tyrinėjo gyvūnų vystymąsi. Iš tikrųjų jis yra embriologijos pradininkas. — *Sud.*

priežastimi, nulemiančia jo kryptį, jie laikė nematerialų pradą — gyvybinę jėgą. Tokio idealistinio pobūdžio buvo ir Harvėjaus pažiūros.

Viljamas Harvėjus tik pranašavo epigenezę.

Ten pat, p. 133.

K. Volfo epigenezės teorija

Tarp ankstyvųjų evoliucionistų ypatinga ir labai svarbi vieta skirtina XVIII a. rusų akademikui Kasparui Volfui, kuris išgyveno Rusijoje 27 metus ir mirė 1794 m. Peterburge.

Volfas pasauliniame moksle žinomas kaip vienas embriologijos pradininkų ir karštas epigenezės idėjų gynėjas. Tai reiškia, kad jis gynė laipsnišką organizmų vystymąsi, susidarant naujiems dariniams, ir neigė preformacijos, arba išankstinio gemalų egzistavimo, teoriją, kurios laikėsi beveik visi XVIII a. mokslininkai. Engelso žodžiais tariant, „K. Volfas 1759 m. paskelbė mokymą apie evoliuciją, ir tai buvo pirmas išpuolis prieš rūšių pastovumo teoriją".

...Savo pažiūras Volfas išdėstė lotynų kalba parašytoje disertacijoje, kurią pavadino „Theoria generationes" (1759), t. y. organizmų atsiradimo teorija. Šis 26 metų mokslininko pirmasis spausdintas darbas yra klasikinis, vienas tų, kurie padėjo pagrindus embriologijai kaip mokslui. Kartu tai buvo tikrai revoliucingos dvasios veikalas, kuriame autorius drąsiai sukilo prieš savo gyvenamojo laikotarpio autoritetų inertiškumą...

Veikalo pradžioje Volfas išdėsto papunkčiui savo darbo planą ir iš karto paskelbia karą preformizmo teorijai... Toliau jis preformistų pažiūras nesivaržydamas vadina pasakomis (fabulae).

Tirdamas augalų ir gyvūnų vystymosi pradines stadijas, Volfas niekur neaptiko nė pėdsako tų sudėtingų, visiškai gatavų organų, apie kuriuos kalbėjo preformistai. Atvirkščiai, pasirodė, kad augančios gyvūnų ir augalų organizmo dalys, iš pradžių neturinčios, Volfo nuomone, jokios struktūros, vėliau esti sudarytos dažniausiai iš smulkių elementarių darinių, kuriuos Volfas vadina pūslelėmis (vesiculi), rutulėliais (globuli) arba ląstelėmis (cellae).

Б. Е. Райков. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, p. 106, 108, 112.

K. Volfo embriologinių darbų reikšmė

Remiantis Volfo embriologiniais darbais, galima pagalvoti — ir taip dažniausiai manoma,— kad epigenezę jis vartojo tik ontogenetine prasme: kaip vystymąsi individo ribose, o ne filogenetinio vystymosi prasme. Tačiau turime ir tiesioginių įrodymų, kad epigenezę Volfas vartojo abiem prasmėmis. Tiesa, spausdintuose

savo veikaluose jis pasisakydavo gana atsargiai, bet, atidžiai išnagrinėjus „Theorie von der Generation", ypač skyrių, skirtą preformacijos teorijos kritikai, visiškai aišku, apie ką autorius kalba.

Volfas rašo, pavyzdžiui, kad Hipokratas, Aristotelis ir kiti antikiniai mokslininkai pripažino laipsnišką gamtos kūnų vystymąsi. Jeigu jie, pasak Volfo, specialiai ir negynė šio mokymo, tai tik todėl, kad senovėje, kaip mano Volfas, jam niekas ir neprieštaravo. Iš tikrųjų Aristotelio veikaluose randame teiginių, kurie privertė kai kuriuos tyrinėtojus Aristotelį laikyti transformizmo šalininku. Neliesiu čia labai ginčytino klausimo, kiek tai teisinga. Mums užteks tik pažymėti, kad Volfas transformizmo idėją kildina iš antikinių laikų, kada ji neva buvo pripažinta. Galbūt Volfas netgi tyčia taip traktavo kai kurias antikinio mokslo idėjas, norėdamas pasiremti senovės autoritetais. Kaip bebūtų, iš šių samprotavimų aišku, jog čia kalbama apie organinės gamtos istorinio vystymosi dėsnį, kurio dėka atsirado visi gyvi kūnai, o ne tik apie vystymąsi ontogenezės ribose.

Labai svarbu tai, kad Volfas stengiasi ginčą tarp epigenezės ir predelineacijos[1] traktuoti ne kaip mokslininkų specialistų susikirtimą, sprendžiant atskirą klausimą, o kaip platų konfliktą dviejų pasaulėžiūrų, kurios viena kitą neigia ir kurių tik viena gali būti teisinga. „Jeigu aš neigiu išankstinio atsiradimo hipotezes,— pavyzdžiui, rašo jis,— tai kartu ginu teiginį, kad kūnai formuojasi generacijos eigoje. Ši hipotezė tiesiogiai prieštarauja pateiktam teiginiui. Išankstinio atsiradimo hipotezė teigia, kad kūnai ne formuojasi, epigenezė sako, kad jie formuojasi. Vadinasi, jeigu sakau, kad predelineacijos hipotezė yra melas, tai kartu sakau — epigenezė yra tiesa..."

Volfas gerai suprato savo mokslinių darbų principinę reikšmę. Jis sąmoningai ir nuostabiai principingai stengėsi nuvalyti kelią evoliucinei pasaulėžiūrai, ir pagrindinė kliūtis šiame kelyje jam buvo predelineacijos teorija, pripažįstanti gamtos nekintamumą ir antgamtinę kilmę.

Ten pat, p. 134, 135, 136, 137.

Iš Volfo laiško Haleriui

Haleris perkėlė ginčą į visiškai kitą plotmę. Palikęs nuošaly klausimą, ar epigenezė yra tiesa, ar melas, Haleris perspėjo Volfą, kad jo teorija pakerta religijos autoritetą ir jau vien dėl to negali būti ginama. Toks klausimo traktavimas liguistai paveikė Volfą. Jo sarkastiškas atsakymas Haleriui, datuotas 1767 m. balandžio 17 d., yra vertingas Volfo biografijos dokumentas, todėl pateikiu jį visą:

[1] Predelineacija — tas pat, kas ir preformacija. — *Sud.*

„Bedirbdamas aš gavau smarkų akių uždegimą, bet vis dėlto skubu tuoj pat atsakyti į Tavo, garbingasai ir prakilnusai vyre, laišką, kaip paprastai pilną palankumo man. Prisipažįstu, kad Tavo argumentai, kuriuos išdėstei preformacijos hipotezei išliaupsinti, yra tokie reikšmingi ir taip mane paveikė, kad aš beveik nežinau... ką toliau veiksiu su savo generacijos teorijos plėtojimu. Tiesa, man ir anksčiau nebuvo paslaptis, kad preformacijos teorija gali būti puikus argumentas, įrodinėjant netikintiesiems dievo buvimą, ir kad epigenezės teorija šių savybių neturi. Tačiau aš taip galutinai neįvertinau šios aplinkybės, kaip Tu man ją pateikei, ir nepakankamai visa tai apgalvojau. Dabar matau, jog reikalas liečia ne tiek įtikinimą religijos teisingumu, kiek tai, kad toks įrodymas būtų lengvas, trumpas bei įtikinantis ir taip paruoštas, kad jokios piktadarių pinklės negalėtų lengvai jo paneigti. O šiam tikslui, visiškai tikiu, nėra geresnio argumento, kaip preformacijos teorija, ir nėra nieko koktesnio..., kaip jos neigimas. Be abejo, su dieviškojo Numeno buvimu dar nieko neatsitiks, jeigu net laikysime, kad kūnus sukuria gamtos jėgos, natūralios priežastys, nes šios jėgos ir priežastys, o ir pati gamta, taip pat suponuoja kaltininko egzistavimą... Bet įrodymas bus daug tvirtesnis ir įtikinamesnis, jeigu nurodysime, kad gamtos kūriniai, taip pat ir organizmai, iš tikrųjų tik kūrėjo rankų darbas ir visa, kas organiška, negalėjo atsirasti natūraliu būdu... Tačiau visus šiuos aiškinimus aš jau esu matęs kažkada Tavo darbų antrame tome".

Ten pat, p. 146—147.

Mopertiuji — epigenezės gynėjas

Griežtai pasisakydamas prieš „gemalų įterpimo" teoriją, Mopertiuji [1] mano, kad evoliucija — tai ne tik ankstesnių pradmenų vystymasis, bet ir kitimas, naujo atsiradimas. Savo polemikoje su preformistais Mopertiuji panaudoja faktus, kai palikuonims atsiranda abiejų tėvų požymiai. Iš juodaodžio vyro ir baltosios moters gimė mulato spalvos vaikas, rašo jis, nors nei tėvo sėkloj, nei motinos kiaušidėje šios spalvos nebūta. Taigi ji atsirado naujai. Sukryžminus arklį ir asilą, tęsia jis, atsiranda gyvūnas (mulas), kuris nėra nei arklys, nei asilas, bet, matyt, sudarytas iš jų abiejų. Remdamasis šiais faktais, Mopertiuji daro išvadą, kad gemalas iš anksto neegzistuoja gatavu pavidalu, o formuojasi naujai, vystydamasis iš dalių, gautų iš abiejų tėvų.

«История эволюционных учений в бнологин», под ред. В. И. Полянского, Ю. И. Полянского. М.—Л., «Наука», 1966, p. 60.

[1] Mopertiuji (1698—1759) — prancūzų enciklopedistas, epigenetikas. — *Sud.*

Chromosomų sandara ir cheminė sudėtis

Chromosomos

Chromosomų forma. Morfologinė chromosomų sandara geriausiai išryškėja metafazės stadijoje. Šiuo laikotarpiu chromosoma yra dviejų lazdelių pavidalo palyginti tankios konsistencijos kūnelis, intensyviai nusidažantis baziniais dažais...

Jau mitozės profazėje pastebima, kad chromosoma sudaryta iš dviejų morfologiškai identiškų, tarpusavyje susipynusių vienodo skersmens siūlų — chromatidžių...

Chromosomų dydis. Metafazės metu įvairių organizmų chromosomų dydis labai įvairus: ilgis svyruoja nuo 0,2 iki 50μ, o skersmuo — nuo 0,2 iki 3 μ. Taigi pačios smulkiausios (dumblių ir grybų) chromosomos vos pastebimos pro mikroskopą. Stambiausios chromosomos yra tiesiasparnių vabzdžių ir varliagyvių. Vienaskilčių augalų chromosomos paprastai stambesnės, negu dviskilčių...

Daugumos rūšių augalų ir gyvūnų haploidinio rinkinio chromosomų dydžio skirtumai nedideli. Tačiau esama rūšių, kur šie skirtumai ryškūs: 21-oji ir 22-oji žmogaus chromosomos 8—10 kartų mažesnės už 1-ąją ir 2-ąją chromosomas. Vištinių 6 poros stambių chromosomų, esančių išorinėje metafazinės plokštelės dalyje, daug kartų didesnės už daugybę chromosomų, esančių plokštelės centrinėje dalyje.

Vienos rūšies atstovų tų pačių audinių chromosomų dydžiai paprastai esti gana pastovūs, tačiau įvairių organizmo audinių chromosomų ilgis ir storis kartais gerokai skiriasi. Be to, chromosomai trumpėjant, didėja jos skersmuo.

«Руководство по цитологии». Т. II. М.—Л., «Наука», 1966, p. 281, 283, 284.

Chromosomų morfologija. Chromosomos yra pagrindinė materiali grandis, dalijimosi eigoje siejanti motininės ląstelės branduolį su dukterinių ląstelių branduoliais. Kiekviena gyvūnų ir augalų rūšis turi griežtai pastovų chromosomų skaičių...

Pastovus yra ne tik rinkinį sudarančių chromosomų skaičius, bet ir forma. Šių požymių visuma sudaro tam tikros rūšies organizmų vadinamąjį chromosomų kompleksą, arba jo kariotipą. Kadangi morfologinės kariotipo savybės yra labai pastovios, jis dažniausiai itin patikimai apibūdina ne tik rūšį, bet ir jos individą.

Nors chromosomos esti skirtingo dydžio ir formos, visos jos yra įvairūs bendro jų sandaros plano pakitimai. Kiekvienos chromosomos kūnas turi sąsmauką, kuri nedažyto preparato metafazėje matoma kaip šviesus ruožas, atitinkantis centromeros buvimo vietą. Ji užima visiškai tikslią ir pastovią padėtį chromosomos kūne, dalydama ją į du pečius... Pagal san-

tykinį pečių ilgį chromosomos skirstomos į tris pagrindinius tipus: vienodų pečių, arba metacentrines; nevienodų pečių, arba submetacentrines; labai skirtingų pečių, arba akrocentrines, kurių vienas petys labai nedidelis arba beveik nepastebimas...

«Введение в цитологию», под ред. проф. В. П. Михайлова. М., «Медицина», 1968, p. 171—172.

Chromomeros

Ankstyvose profazės — mitozės ir mejozės — stadijose chromosomose išilgai chromonemų griežtai pastoviose vietose pastebimi mazgeliai arba sustorėjimai, kurie skiriasi dydžiu, forma ir tarpusavio padėtimi. Jie buvo pavadinti chromomeromis...

Ten pat, p. 173.

Chromosomos labai pastovios, bet vis dėlto jos kinta. Šie pasikeitimai įvyksta arba spontaniškai, t. y. dėl neišaiškintų priežasčių, arba veikiant įvairiems išoriniams veiksniams. Kur kas efektyvesniu būdu chromosomų struktūriniai pakitimai gaunami, veikiant medžiagą rentgeno arba kitų rūšių stipriai jonizuojančiais spinduliais. Panašiai veikia ir kai kurie cheminiai junginiai. Taip veikiamos chromosomos dažnai vienoje ar keliose vietose sutrūksta skersai, t. y. įvyksta jų *fragmentacija*...

Tačiau maždaug taip pat dažnai netenkama vienos iš vidurinių chromosomos dalių. Toks struktūrinis pakitimas vadinamas *delecija*.

Kilpos susidarymas gali taipogi baigtis *inversija*, t. y. chromosomos dalis viduje pasisukti 180°.

Chromosomų persitvarkymas, priešingas delecijai, vadinamas *duplikacija*. Kaip rodo pats pavadinimas, tokiu atveju kažkuri chromosomos dalis padvigubėja.

A. Мюнтцинг. Генетика общая и прикладная. М., «Мир», 1967, p. 178, 179.

Chromosomų rinkinių charakteristika

Įvairių rūšių chromosomų rinkiniai labai skirtingi ir forma, ir dydžiu. Somatinėse ląstelėse paprastai esti dvigubai daugiau chromosomų, negu subrendusiose lytinėse ląstelėse. Taip yra todėl, kad pusė chromosomų patenka iš motinos ir pusė iš tėvo organizmo. Somatinės ląstelės dvigubas chromosomų skaičius vadinamas diploidiniu ir žymimas $2n$. Subrendusių lytinių ląstelių viengubas chromosomų skaičius vadinamas haploidiniu ir žymimas n. Kadangi diploidinio rinkinio chromosomos kilusios iš dviejų tėvų, somatinėje ląstelėje jos turi būti porinės. Iš tikrųjų taip ir yra...

Porinės chromosomos, kurių viena gauta iš motinos, kita — iš tėvo organizmo, vadinamos homologinėmis. Paprastai tokios poros homologinės chromosomos morfologiškai esti neatskiriamos.

Kai kurių gyvūnų ir augalų diploidinis chromosomų skaičius [1]:

Gyvūnai		Augalai	
Maliarinis plazmodis	2	Minkštieji kviečiai	42
Gėlavandenė hidra	32	Miežiai	14
Žeminis sliekas	36	Avižos	42
Vynuoginė sraigė	24,48	Kėnis, eglė, pušis, maumedis	24
Upinis vėžys	apie 116	Aguona	22
Tarakonas	48	Rapsas, griežtis	38
Bitė	16,32	Kopūstas	18
Vaisinė muselė	8	Špinatas	12
Naminė musė	12	Runkelis	18
Sazanas	104	Linai	30
Ešerys	28	Agurkas	14
Tritonas	24	Liepa	82
Žalioji varlė	26	Agrastai	16
Vikrusis driežas	38	Raudonieji serbentai	16
Didžioji antis	80	Vyšnia	32
Karvelis	80	Trešnė	16
Naminės vištos	78	Slyva	48
Triušis	44	Abrikosas	16
Naminė pelė	40	Persikas	16
Pilkoji žiurkė	42	Kriaušė	34
Naminis šuo	78	Raudonasis dobilas	14
Lapė	38	Sėjamoji liucerna	16,32
Naminė katė	38	Sėjamasis žirnis	14
Galvijai	60	Pupelės	22
Naminė ožka	60	Žirnmedis (baltoji akacija)	20
Naminė avis	54	Gluosnis	38,76
Asilas	66	Paprastasis ąžuolas	24
Arklys	66	Graikinis riešutmedis	32
Šimpanzė	48	Morka	18
Žmogus	46	Bulvė	48
		Pomidoras	24

Chromosomų rinkinio skaičius nesusijęs su gyvūno ar augalo sandaros lygiu: primityvios formos gali turėti daugiau chromosomų, negu sudėtingos sandaros formos, ir atvirkščiai. Tačiau kai kuriais atvejais chromosomų skaičius ir morfologija gali būti rūšių filogenetinio giminingumo rodiklis...

Nors ir kalbame apie chromosomų skaičiaus pastovumą kiekvienos rūšies organizmų ląstelės rinkinyje, tačiau reikia pažymėti, kad šis pastovumas yra santykinis... Branduolio vaidmuo meta-

[1] Įvairių gyvūnų ir augalų chromosomų sąrašas iš M. Lobaševo knygos pateiktas sutrumpintas ir be lotyniškų pavadinimų. — *Sud.*

boliniuose ląstelės procesuose yra labai svarbus ir todėl įvairių net to paties organizmo audinių ląstelės priklausomai nuo vykdomos funkcijos gali turėti skirtingą chromosomų skaičių. Pavyzdžiui, gyvūnų kepenų ląstelėse būna daugiau kaip du chromosomų rinkiniai (t. y. 4*n*, 8*n*).

Dėsningas nukrypimas nuo diploidinio chromosomų skaičiaus pastebimas žiedinių augalų endospermo ląstelėse. Vietoj dvigubo rinkinio (2*n*) šios ląstelės turi trigubą chromosomų rinkinį (3*n*)...

Reikia dar nurodyti, kad ne tik chromosomų skaičius, bet ir forma gali keistis priklausomai nuo ląstelės fiziologinės būklės ir jos specializacijos, taip pat nuo išorinių sąlygų poveikio. Pavyzdžiui, nuo šalčio arba aukštoje temperatūroje chromosomos sutrumpėja arba, atvirkščiai, pailgėja. Dėl jonizuojančios radiacijos ir kitokio poveikio chromosomos gali suskilti į fragmentus ir iškristi iš rinkinio.

Tiek pateiktieji, tiek ir kiti pavyzdžiai apie chromosomų skaičiaus ir formų nukrypimus nuo normalaus diploidinio rinkinio neleidžia paneigti taisyklės, kad kiekvienos augalų ir gyvūnų rūšies ar net ekologinės rasės chromosomų skaičius ir forma yra pastovūs.

М. Е. Лобашев. Генетика. изд. 2. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 60—63.

Cheminė chromosomų sudėtis

Išnagrinėjus molekulinę chromosomų sandarą, padaryta išvada, kad pagrindinės jų sudedamosios dalys yra DNR, RNR ir baltymai; svarbiausioji šių medžiagų yra DNR. Dabar darosi vis akivaizdžiau, jog būtent DNR priklauso lemiamas paveldimųjų savybių perdavėjo vaidmuo, todėl, norint suprasti gyvybės reiškinių esmę, ypač svarbu ištirti jos struktūrą ir funkcijas.

DNR yra biologinis polimeras, turintis sudėtingą linijinę struktūrą. Molekulinė DNR masė labai didelė: ji lygi 1·0 milijonų ir gali siekti net 50—100 milijonų.

DNR makromolekulė susideda iš besikaitaliojančių monomerinių vienetų — dezoksiribonukleotidų. Kiekviename nukleotide yra heterociklinė bazė, cukrus pentozė — dezoksiribozė ir fosfatinė liekana. Į didžiosios dezoksiribonukleotidų daugumos sudėtį įeina universaliai paplitusios heterociklinės bazės: purino bazės — adeninas bei guaninas ir pirimidino [1] bazės — citozinas bei timinas.

[1] Azotinės bazės, esančios nukleininėje rūgštyje, skirstomos į du tipus: tai pirimidinai ir purinai. DNR ir RNR purinai vienodi. Tai adeninas ir guaninas. Pirimidinai skiriasi viena baze: DNR turi citoziną ir timiną, RNR — citoziną ir uracilą. Pirimidinams taip pat priklauso junginiai, kurių azoto atomus yra suskaidęs anglies atomas. Purinai — sudėtingesni junginiai, negu pirimidinai. Purinai ir pirimidinai yra nepaprastai svarbūs paveldimų požymių formavimuisi. — *Sud.*

Nukleotidų jungtis DNR grandinėje griežtai vienatipė ir atsiranda, susidarant tarp atitinkamų gretimų dezoksiribozinių liekanų hidroksilų fosfatiniam tilteliui. Taigi polimerinė DNR grandinė sudaryta iš nuosekliai besikaitaliojančių dezoksiribozinių ir fosfatinių liekanų, vientipiškai sujungtų esterine jungtimi.

Prie šios karkasinės dezoksiribofosfatinės grandinės kaip šoniniai radikalai prisijungusios purino ir pirimidino bazės.

Mokslininkai, tyrinėję gyvūnų, augalų bei mikroorganizmų DNR cheminę sudėtį, padarė išvadą, kad kiekvienai rūšiai būdingas specifinis purino ir pirimidino bazių išsidėstymas, taip pat tam tikras tų bazių skaičiaus moliarinis santykis. Pasirodė, kad skirtingų rūšių DNR makromolekulėje nukleotidų seka nevienoda.

...Kaip dabar įsivaizduojama, vienoje DNR molekulėje dvi polinukleotidų grandinės esti susijungusios dvigubos spiralės (sraigtinių laiptelių) pavidalu, ir abiejų grandinių purino bei pirimidino bazės atsidūrusios tarp spiralės vijų. Abiejų grandinių purino ir pirimidino bazės yra viena priešais kitą, o tarp jų atsiranda vandenilinės jungtys. Vienos grandinės purino bazę visada atitinka kitos pirimidino bazė ir, atvirkščiai, adeninas jungiasi su timinu, o guaninas — su citozinu. Taigi abi DNR grandinės papildo viena kitą (t. y. jos komplementinės).

Nustatyta, kad kiekvienos rūšies DNR sudėtis yra specifinė. Daugeliu darbų parodyta, kad įvairios gyvūnų, augalų bei mikroorganizmų grupės skiriasi DNR bazių moliariniu santykiu... Mikroorganizmų ir augalų bazių santykis permainingesnis, negu gyvūnų.

Chromosomose esama taip pat ir RNR, kuri, kaip ir DNR, yra polinukleotidas. Ją sudaro 4 azotinės bazės: adeninas ir citozinas, guaninas ir uracilas. Vietoj timino joje yra uracilas, o vietoj dezoksiribozės — ribozė. RNR skiriasi nuo DNR paprastai vienagrandine struktūra, kurios atskiros sritys komplementinių bazių vandenilinių jungčių yra sudvigubintos. RNR vaidmuo chromosomų dinamikoje, sintetinant baltymus, nepaprastai didelis... Be nukleininių rūgščių, chromosomose esama ir baltymų...

Chromosomose rasta taip pat lipidų ir neorganinių komponentų: kalcio, magnio, geležies ir kitų. Chromosomų struktūroje yra kai kurių fermentinių baltymų, dažniausiai DNR — polimerazės, atsakingos už DNR molekulės sudvigubėjimą (replikaciją) jos sintezės metu. Tačiau visa chromosomos molekulių lygio konstrukcija kol kas neaiški. Spėjama, kad chromosomos karkasas yra DNR ir liekamojo baltymo kompleksas.

М. Е. Лобашев. Генетика, изд. 2. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 48, 50—51.

Ląstelės dalijimasis

Mitozė

Mitozė — ląstelės dalijimosi būdas, kai susidaro dvi dukterinės ląstelės. Ląstelė, asimiliuodama organines ir neorganines medžiagas, sukuria panašią į save. Pavadinimas „mitozė“ (graikiškai „mitos“ — siūlas) duotas todėl, kad pirmosiose dalijimosi stadijose yra labai ryškus chromosomų siūliškumas.

Vykstant mitozei, kiekviena dukterinė ląstelė gauna branduolį ir citoplazmą iš motininės ląstelės branduolio ir citoplazmos ir lygiai tiek pat tokio tipo chromosomų, kokios buvo motininėje ląstelėje.

Vykstant mitozei, visos 46 žmogaus ląstelės chromosomos tiesiog šalia savęs sukuria tikslias kopijas, ir po kurio laiko ląstelėje susidaro 92 chromosomos. Senoji ir naujoji chromosomos iš pradžių būna taip arti viena kitos, jog atrodo kaip vientisa struktūra. Kai ląstelė pradeda dalytis ir chromosomos susitraukia, dalijimosi linija tarp jų tampa matoma ir susidaro įspūdis, kad chromosoma skyla. Ląstelei pasidalijus, 46 chromosomos atsiduria vienoje ir 46 — kitoje dukterinėje ląstelėje. Nors mitozinis dalijimasis yra nepertraukiamas procesas, biologai patogumo dėlei suskirstė jį į 4 fazes: profazę, metafazę, anafazę ir telofazę. Be to, iki kiekvieno sekančio ląstelės mitozinio dalijimosi būna interfazė.

Interfazė

Šiuo laikotarpiu nudažytas branduolys yra tinkliškos struktūros, nes jį sudaro plonі spalvinantys siūlai, iš kurių kitoje stadijoje formuojasi chromosomos. Nors interfazė vadinama branduolio ramybės faze, metaboliniai procesai branduolyje šiuo metu esti labai aktyvūs. Interfazės stadijoje vyksta daugybė procesų, paruošiančių ląstelę dalijimuisi.

Profazė

Profazė — pirmoji branduolio pasiruošimo dalytis fazė. Profazės metu tinkliška branduolio struktūra laipsniškai virsta spiralizuotais chromosomų siūlais, susidaro chromosomos, kurios iš pradžių branduolyje atrodo tarytum susivijusios į kamuoliuką. Branduolys labai padidėja. Kiekvienos chromosomos puselės — chromatidės — apipina viena kitą. Profazei labai būdinga nedidelio organoido — centriolės (arba ląstelės centro) — veikla.

Profazės pradžioje centriolė dalijasi į dvi ir dukterinės centriolės nuslenka į priešingus ląstelės polius. Tarp centriolių for-

muojasi verpstė, sudaryta iš daugelio citoplazminių siūlų, vadinamų verpstės siūlais. Jie nutįsta nuo pusiaujo iki polių. Kai chromosomos branduolyje sutrumpėja ir sustorėja, chromatidės spiralizuojasi. Baigiantis profazei, jos paprastai išsidėsto lygiagrečiai viena kitai. Profazės pabaigoje suardomas branduolio apvalkalas. Profazė trunka nuo 30 iki 60 minučių.

Metafazė

Kai chromosomos labiausiai sutrumpėja ir virsta trumpučių lazdelių pavidalo kūneliais, branduolio apvalkalas ištirpsta ir chromosomos išsidėsto tiksliai viduryje tarp dviejų polių — verpstės pusiaujo plokštumoje. Tas laikotarpis, kada chromosomos esti susibūrusios pusiaujo plokštumoje, ir vadinamas metafaze. Tada gerai matyti chromosomų skaičius ir forma. Metafazė trunka nuo 2 iki 6 minučių.

Anafazė

Anafazės metu chromosomos, išsidėsčiusios palei pusiaują, tuoj pat pradeda atsiskirti, ir kiekvienas išsiskiriančios dukterinių chromosomų poros narys nuslenka į priešingus polius. Taigi anafaze laikomi reiškiniai, vykstantys nuo tada, kai chromosomos pradeda išsiskirti ir pasiekia priešingus polius. Chromosomos pradeda skirtis vienu metu ir labai greit atsiskiria. Mechanizmas, kuris verčia jas traukti į polius, tiksliai nežinomas. Pagal vieną prielaidą, jas tempia verpstės siūlai, pagal kitą — verpstės siūlai yra lyg bėgiai, kuriais chromosomos šliaužia į polius. Varomąja jėga šiuo atveju laikoma citoplazma, kuri prasiskverbia tarp dukterinių chromosomų, sutraukia vandenį, išbrinksta ir išstumdo chromosomas į šalis. Be verpstės siūlų chromosomos išsiskirstytų netvarkingai, o siūlų dėka vienas pilnas chromosomų rinkinys susirenka viename poliuje, kitas — kitame. Pagal dabartinius samprotavimus, chromosomos slenka į polius dėl to, kad trumpėja chromosominiai verpstės siūlai. Anafazė trunka nuo 3 iki 15 minučių.

Telofazė

Ji prasideda tada, kai chromosomos pasiekia polius. Pagal trukmę šis periodas maždaug prilygsta profazei ir trunka nuo 30 iki 60 minučių. Telofazės metu chromosomos ilgėja, netenka stipraus dažymosi savybės ir grįžta į ramybės būklę, kurios metu matomi tik chromatino siūlai. Aplink kiekvieną dukterinį branduolį susiformuoja apvalkalas. Branduolio dalijimasis dar vadinamas

kariokineze („karyon“— branduolys, „kinesis“— judėjimas). Po kariokinezės vyksta ląstelės citoplazmos dalijimasis, vadinamoji citokinezė. Tai palyginti nesudėtingas procesas.

Dalijantis gyvūninėms ląstelėms, jų paviršiuje ties pusiauju atsiranda vagelė. Ji vis gilėja, kol padalija visą citoplazmą į dvi dukterinių ląstelių puseles, kurių kiekvienoje yra branduolys. Augalų ląstelės dalijasi, susidarant pertvarai, dalijančiai citoplazmą. Taigi mitozės metu vyksta šie reiškiniai: 1) padvigubėja chromosomų medžiaga; 2) pakinta jų fizinė būklė ir cheminė sudėtis; 3) dukterinės chromosomos nuslenka į ląstelės polius; 4) dalijasi citoplazma ir dukterinėse ląstelėse visiškai susiformuoja du branduoliai. Vykstant mitozei, visada vietoj vienos ląstelės susidaro dvi, turinčios tiek pat ir tokios pat formos chromosomų, kaip ir motininė ląstelė. Mitozės dėka į kiekvieną ląstelę patenka visa paveldimoji medžiaga, reikalinga visiems organizmo požymiams vystytis. Įvairių rūšių ir įvairiuose audiniuose mitozių dažnumas labai skirtingas. Ramybės ir miego būklėje audinių mitozinis aktyvumas esti didesnis, negu aktyvios veiklos metu.

Pagal «Руководство по цитологии». Т. II. М.—Л., «Наука», 1966; pagal М. Е. Лобашев. Генетика, изд. 2. Изд-во ЛГУ, 1967; pagal К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966.

Mitozinis ciklas

Pastaruoju metu autoradiografijos metodas leido giliau išanalizuoti ląstelės mitozinį ciklą ir nustatyti DNR sintezės, vykstančios prieš chromosomų dvigubėjimą interfazėje, laiką. Schemiškai atskiri autoriai šį ciklą vaizduoja įvairiai, tačiau skirstymo į fazes principas visų vienodas...

Pasibaigus mitoziniam dalijimuisi, dukterinės ląstelės DNR sintezę pradeda ne iš karto, o po tam tikros pertraukos. Ši fazė (priešsintezinė, arba pomitozinė) žymima G_1. Po jos prasideda sintezės fazė (S), savo trukme beveik atitinkanti G_1. Mitozė prasideda po DNR sintezės ne iš karto; prieš ją eina posintezinė (priešmitozinė) fazė G_2, kurios metu užbaigiami kažkokie paruošiamieji procesai, būtini dalijimuisi, galbūt energijos kaupimas ląstelėje. Mitozė žymima raide M, o jos trukmė — t. Viso mitozinio ciklo trukmė — T. Mitozinio ciklo ir atskirų jo fazių trukmė įvairių audinių ląstelėse labai svyruoja...

Pasibaigus mitozei..., ląstelė gali iš karto pradėti naują mitozės ciklą arba pereiti į ramybės būklę, kurioje bus neribotą laiką, kol dėl kokio nors stimulo vėl pradės kitą mitozės ciklą.

«Введение в цитологию», под ред. проф. В. П. Михайлова. Л., «Медицина», 1968, p. 151—153.

Mejozė

Savita mitozės forma yra mejozė, būdinga besivystančioms lytinėms ląstelėms, kurios turi haploidinį — viengubą chromosomų rinkinį. Vykstant mejozei, esti du nuoseklūs dilijimaisi, kurių rezultatas — iš diploidinių pirmos eilės ovocitų ir spermatocitų išsivysčiusios haploidinės lytinės ląstelės: pirmojo mejozinio dalijimosi metu vyksta homologinių chromosomų konjugacija ir į polius nuslenka po vieną kiekvienos homologinės poros chromosomą; antrojo mejozinio dalijimosi metu į skirtingus polius nueina, kaip ir vykstant paprastai mitozei, kiekvienos chromosomos chromatidės. Apsivaisinant atsistato dvigubas rinkinys.

И. А. Алов, А. И. Брауде, М. Е. Аспиз. Основы функциональной морфологии клетки. М., «Медицина», 1966, p. 303.

Jeigu gametose (kiaušinyje ir spermatozoide) būtų diploidinis chromosomų skaičius, tai, jiems susiliejant, susidariusioje zigotoje chromosomų padvigubėtų. Tačiau taip neatsitinka, nes, susidarant gametoms, vyksta savitas dalijimasis, vadinamas *mejoze,* kurio metu chromosomų skaičius ($2n$) dvigubai sumažėja — tampa *haploidinis* (n). Todėl zigota, susidariusi susiliejant vyriškai ir moteriškai gametoms, turi diploidinį chromosomų rinkinį. Mejozė būdinga visiems augalams ir gyvūnams, besidauginantiems lytiniu būdu...

Šio proceso esmė labai paprasta. Homologinės chromosomos, kurias lengva pažinti iš jų morfologinio panašumo, išsidėsčiusios poromis, glaudžiai priglusdamos viena prie kitos (*bivalentai*). Kiekviena chromosoma sudaryta iš dviejų spiralinių siūlų, vadinamųjų *chromatidžių.* Taigi bivalentai, arba *tetrados,* turi keturias chromatides, be to, kiekviena chromatidė turi tiktai homologinį partnerį. Dviejų homologinių chromosomų šių porinių chromatidžių dalys gali susikeisti, sudarydamos vadinamuosius *susikryžiavimus,* arba *chiazmas.* Chiazma yra genetinio reiškinio, vadinamo *krosingoveriu,* citologinė išraiška.

Pirmosios metafazės metu bivalentai išsirikiuoja verpstės plokštumoje, o pirmosios anafazės stadijoje homologinės chromosomos su dviem chromatidėmis nuslenka į priešingus polius. Vadinasi, pirmojo mejozinio dalijimosi metu homologinių chromosomų poros išsiskiria. Po trumpos interfazės per antrąjį mejozinį dalijimąsi dvi kiekvienos homologinės chromosomos chromatidės išsiskiria į priešingas puses taip, kad keturios pradinės chromatidės patenka į keturias gametas. Galiausiai susidaro keturi branduoliai su haploidiniu chromosomų rinkiniu...

...Kadangi antrojo mejozinio dalijimosi metu išsiskiria tėvinių chromosomų išilginės puselės (chromatidės), tai kiekvienam iš keturių branduolių, susidariusių *antrosios telofazės* stadijoje, tenka tik viena chromatidė, kuri dabar jau vadinasi chromosoma.

Visi keturi branduoliai turi haploidinį chromosomų skaičių, ir kiekvienas homologas tėra viename egzemplioriuje...

Vadinasi, mejozės esmė yra keturių visiškai skirtingų branduolių, turinčių tik po vieną homologinę chromosomą iš kiekvieno tėvų, susidarymas. Tačiau dėl krosingoverio *(chiazmos)* chromosomos paprastai susideda ne ištisai iš pirminės tėvinės ar motininės chromosomos medžiagos, o iš vienų ir kitų atskirų sričių...

Taigi mejozė yra paveldimumo vienetų (genų) pasiskirstymo mechanizmas, kurio dėka galima atsitiktinė ir nepriklausoma jų rekombinacija, o krosingoveris — tik būdas, kuriuo suartėja atskirų chromosomų genai ir vyksta jų rekombinacija. Nesant šio proceso, rūšių evoliucija nebūtų galima ir gyvoji gamta neturėtų tokios požymių įvairovės.

Norint suprasti chromosominius paveldimumo pagrindus, būtina nagrinėti mejozę, nes, juos analizuojant, tampa visiškai aiški tikroji mejozės reikšmė paveldimumui...

Mitozei būdinga tai, kad chromosomų dvigubėjimas atitinka kiekvieną ląstelės dalijimąsi, o, vykstant mejozei, po vieno dvigubėjimo būna du greitai vienas po kito sekantys ląstelės dalijimaisi. Vykstant mitozei, kiekviena homologinė chromosoma dvigubėja atskirai ir nesudaro konjuguojančių porų. Vykstant mejozei, homologinės chromosomos susijungia poromis, o po to, baigiantis pirmajam mejoziniam dalijimuisi, pasiskirsto dviejose dukterinėse ląstelėse. Antrojo dalijimosi metu kiekviena homologinė dviguba chromosoma išsiskiria ir patenka į kiekvieną iš keturių susidarančių ląstelių.

Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1967, p. 221, 222, 253.

Amitozė

Tiesioginis ląstelės dalijimasis, skylant branduoliui, o po to citoplazmai, buvo aprašytas Remako 1841 m. Terminą pasiūlė Flemingas, priešpastatydamas amitozę savo detaliai aprašytajai mitozei. Dėl nedaugelio požymių, kurie būdingi amitozei, grynai morfologinių nagrinėjimo metodų ir nepakankamai kritiško požiūrio į tai, ką matė, daugelis autorių dviejų ir daugiau branduolių buvimą ląstelėje ėmė laikyti branduolio amitozinio dalijimosi požymiu...

Per paskutiniuosius dešimtmečius mūsų žinios apie mitozę ir chromosomų reprodukcijos dėsningumus gerokai pagausėjo, bet, nagrinėjant amitozę, laimėjimai buvo kur kas kuklesni...

Morfologiniu požiūriu amitozei yra būdingi branduolėlio pakitimai; jis pailgėja ir dalijasi į dvi dalis, vėliau pailgėja ir taip pat dalijasi branduolys. Pasidalijus branduoliui, gali įvykti plazmotomija ir susidaryti dvi ląstelės. Kitais atvejais branduolyje susidaro pertvarėlė („branduolio plokštelė"), dalijanti jį pusiau.

Tarp abiejų dalijimosi formų yra visi perėjimai. Daugeliu atvejų branduolys dalijasi, bet plazmotomijos nebūna. Dalijimosi metu branduolys lieka interfazinėje būklėje ir ląstelė nesiliauja funkcionavusi. Vadinasi, amitozė yra branduolio dalijimasis, nesusidarant mitoziniam aparatui ir nespiralizuojantis chromosomoms...

Taigi amitozę galima apibrėžti kaip branduolio dalijimąsi, nesusidarant mitoziniam aparatui. Tačiau, ir taip apibrėžus, amitozės santykis su DNR sinteze ir chromosomų reprodukcija lieka neaiškus. Savaime kyla klausimas, kaip vyksta ir ar vyksta DNR sintezė prieš amitozinį dalijimąsi ir kaip pasiskirsto motininio branduolio medžiaga, pirmiausia DNR, dukteriniuose branduoliuose.

Formos atžvilgiu amitozė gali būti arba tolygi, kai branduolys suskyla į du vienodus, arba netolygi, kai susidaro vienas didelis branduolys, o kitas mažesnis (meroamitozė); kai kada branduolys suskyla į kelis mažus vienodo arba skirtingo dydžio branduolius (fragmentacija)...

Taigi amitozė yra realus ląstelės dalijimosi tipas. Bet vienais atvejais šis dalijimasis vyksta normaliai per daugelį ląstelių kartų ir susijęs su diferenciacija. Kitais atvejais, pavyzdžiui audinių kultūrose, amitozinis dalijimasis gali prasidėti nepalankiomis sąlygomis. Organizme po švitinimo ir kitokių poveikių, trukdančių susidaryti mitoziniam aparatui, prasideda amitozės, nors normaliai, ląstelėms vystantis, organizme šio dalijimosi tipo nepastebima.

«Руководство по цитологии». Т. II. М.—Л., «Наука», 1966, p. 269—271, 274.

Partenogenezė

Partenogenezės (arba dauginimosi be apvaisinimo) reiškinį pirmą kartą nustatė anglų mokslininkas Ovenas 1849 m.

Ji suprantama kaip lytiškai besidauginančių organizmų nelytinio dauginimosi forma. Partenogenezės atveju gemalas vystosi iš kiaušialąstės be apvaisinimo. Biologiškai šis dauginimosi tipas ne toks vertingas, kaip vystymasis po apvaisinimo, nes nesusilieja motinos ir tėvo paveldimumo informacijos. Partenogenetiškai dauginasi kai kurie žemesnieji vėžiagyviai, vabzdžiai (amarai, bitės, vapsvos, skruzdėlės), driežai, kai kada paukščiai (kalakutai), ir šis dauginimosi būdas dažniausiai kaitaliojasi su tipišku lytiniu dauginimusi.

Partenogenezė ypač paplitusi dafnijų ir verpečių tarpe. Pastebima šių individų ciklinė partenogenezė. Pavasarį ir vasarą gyvūnai dauginasi tik partenogenetiškai. Iš neapvaisintų kiaušinių vystosi tik patelės. Vasaros pabaigoje patelės padeda smulkius ir stambius kiaušinius. Iš smulkių kiaušinių išsivysto patinai, o iš stambių — patelės.

Po kopuliacijos patelės padeda apvaisintus kiaušinius, kurie žiemoja. Pavasarį iš jų vėl vystosi patelės, kurios iki rudens dauginasi partenogenetiškai. Iš amarų (pavyzdžiui, vynuoginės filokseros) apvaisintų peržiemojusių kiaušinių pavasarį išsirita besparnės patelės, iš kurių išsivysto kelios kartos besparnių partenogenetiškų patelių.

Vasaros pabaigoje iš partenogenetiškų kiaušinių išsivysto sparnuotos patelės, kurios persikelia ant vynuogienojų. Jos, kaip dafnijos ir verpetės, deda smulkius ir stambius kiaušinius, iš kurių vystosi patinai ir patelės. Šios deda apvaisintus kiaušinius, kurie žiemoja. Kitais metais iš jų vėl išsirita besparnės patelės.

Taigi vėl vyksta kartų kaitos ciklas. Šalia natūralios partenogenezės esama ir dirbtinės, kuri eksperimentiškai sukeliama kai kuriais agentais: mechaniškai paveikus kiaušinius rūgštimis, šarmais arba kokiomis nors nuodingosiomis medžiagomis, pavyzdžiui strichninu, morfinu. Aukšta temperatūra, elektros srovė, ultravioletiniai spinduliai taip pat gali sukelti partenogenetinį vystymąsi. Yra buvę atvejų, kai, įdūrus adata neapvaisintą varlės kiaušinį, gemalas vystydavosi vien tik iš motininės ląstelės ir turėdavo tik motinos požymius.

Sud.

Bičių partenogenezė

Kaip gerai žinoma, naminių bičių patelės esti dviejų tipų: gausybė sterilių bičių darbininkių ir viena vaisinga motinėlė. Bičių darbininkių ir motinėlių skirtumus nulemia tai, kad augdamos jos gauna nevienodą maistą. Tiesioginė bičių darbininkių sterilumo priežastis, matyt, yra kai kurių vitaminų stoka. Bitės darbininkės, kaip ir motinėlės, diploidinės. Ir vienų, ir kitų somatinėse ląstelėse yra po 32 chromosomas.

Patinai — tranai — vystosi iš neapvaisintų kiaušinių, ir jų ląstelės iš pradžių turi 16 chromosomų. Neapvaisinti kiaušiniai dedami į specialias korių akutes, stambesnes už tas, kuriose auginamos bitės darbininkės. Poruojantis motinėlei su tranu, sperma patenka į specialų sėklos priimtuvą, kur ji ir laikoma. Taigi bičių motinėlė turi tikrai fantastinę galią, dėdama kiaušinius, dalį jų praleisti pro rezervuarą su sėkla taip, kad jie lieka neapvaisinti, o kitais atvejais apvaisinami. Didelėse korių akutėse, paruoštose tranams, motinėlė neklysdama deda tiktai neapvaisintus kiaušinius. Apvaisintus kiaušinius, iš kurių turi vystytis bitės darbininkės arba galbūt nauja motinėlė, visada deda į kitas korių akutes. Tai, kad haploidiniai individai tampa patinais, o diploidiniai — patelėmis, yra empirinis faktas, kaip manoma, susijęs su skirtingu chromosomų skaičiumi. Galimas dalykas, tai tinka ir bitėms, nors jų patinų somatinėse ląstelėse chromosomų skaičius vėliau keičiasi iš 16 į 32.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 157.

Aukštesniųjų augalų dvigubas apsivaisinimas

Aukštesniųjų augalų apsivaisinimo procesas gana sudėtingas. Panagrinėkime augalų, turinčių diploidinį chromosomų rinkinį, apsivaisinimą. Šiuo atveju dulkinėje susidaro haploidinės mikrosporos — žiedadulkės. Žiedadulkės haploidinis branduolys dalijasi į du: vegetatyvinį ir generatyvinį. Paprastai tuo metu žiedadulkės patenka ant piestelės purkos ir, sudarydamos dulkiadaigį, auga mezginės kryptimi. Mezginėje yra gemalinis maišelis su aštuoniomis haploidinėmis ląstelėmis, kurių viena — kiaušialąstė. Dulkiadaigyje generatyvinis branduolys dalijasi dar kartą, sudarydamas du spermius. Vienas jų susilieja su kiaušialąstės branduoliu, ir susidaro zigota su diploidiniu chromosomų rinkiniu. Iš jos vystosi sėklos gemalas — būsimasis augalas. Kitas spermis susilieja su dviem centrinių ląstelių branduoliais (dviejų ląstelių iš aštuonių, esančių gemaliniame maišelyje). Taip susidaro endospermas, turintis tris chromosomų rinkinius; jo ląstelėse yra didelės maisto medžiagų atsargos, būtinos augalo gemalui vystytis...

«Общая биология». Пособие для учителя, под ред. чл-корр. АН СССР Д. К. Беляева и д-ра биол. наук Ю. Я. Керкиса. М., «Просвещение», 1966, p. 63—64.

Aprašytasis procesas, turintis universalią reikšmę gaubtasėkliams, vadinamas dvigubu apsivaisinimu. Jį atrado 1899 m. Sergejus Navašinas.

Акад. В. М. Жуковский. Ботаника. М., Сельхозгиз, 1940, p. 320.

Daugialąsčių gyvūnų gametos

Formų, besidauginančių lytiniu būdu, gametos diferencijavosi į moteriškąsias ir vyriškąsias dviem priešingomis kryptimis. Kad taip yra, galima įsitikinti, stebint vienaląsčius ir kitus žemesniuosius organizmus. Evoliucionuojant moteriškosioms gametoms, arba kiaušialąstėms, staiga atsiranda tendencija siekti kaip galima didesnio dydžio. Taip yra todėl, kad kiaušinio protoplazma yra ta medžiaga, iš kurios tiesiog formuojasi besivystančio organizmo kūnas. Joje kaupiasi maisto medžiagos, reikalingos jam vystytis. Tuo pačiu metu kiaušialąstės judrumas gerokai sumažėja.

Evoliucionuojant vyriškosioms gametoms, atranka veikė, kurdama daugiausia judrius darinius, kuriems reikia sėkmingai rasti kiaušialąstę ir susijungti su ja apsivaisinimo eigoje. Šis uždavinys buvo sprendžiamas, labai mažėjant dydžiams, paprastai netenkant gerokos protoplazmos dalies ir taupiau bei kompaktiškiau grupuojant visus pagrindinius ląstelės komponentus į vieną visumą, tarytum į vieną paketą.

Spermatozoidai

Gyvūnų spermatozoidai labai nevienodi. Galima neperdedant tvirtinti, kad kiekvienos rūšies spermatozoidai esti specifinės formos, dydžio ir sandaros...

Tipiški uodeguotieji spermatozoidai yra seniausio tipo, būdingi beveik visų gyvūnijos tipų ir klasių atstovams, pradedant pintimis ir baigiant stuburiniais.

«Руководство по цитологии». Т. II. М.—Л., «Наука», 1966, p. 392, 393.

Kiaušialąstės

Gyvūnų kiaušinis — tai labai specializuota ląstelė, kurios bendri specifiniai skirtumai yra stambumas, kartais labai didelis, trynys ir kitos atsarginės medžiagos (deutoplazma), taip pat dažniausiai įvairūs apvalkalai...

Kiaušinių skersmuo labai įvairus — nuo kelių dešimtųjų mikrono iki kelių centimetrų. Tai priklauso nuo gyvūno gyvenimo būdo, dauginimosi tipo, kiaušinyje esančių deutoplazminių medžiagų kiekio ir kt. Jokios koreliacijos tarp kiaušialąstės dydžio ir paties gyvūno dydžio nėra.

Vienos patelės sudaromų kiaušinių skaičius svyruoja labai plačiose ribose. Daugiausia čia esama atvirkštinės koreliacijos su kiaušinių dydžiu. Tačiau šis skaičius priklauso ir nuo ekologinių sąlygų, kuriomis kiaušiniai vystosi. Pavyzdžiui, paukščiai, kuriems būdingas rūpinimasis palikuonimis, deda nuo 1 (pingvinai, stambūs plėšrieji paukščiai ir kt.) iki 8—14 (zylės) ir 22 kiaušinių (kurapkos). Atvirkščiai, žuvų, kurios išleidžia ikrus tiesiog į vandenį, bendras jų skaičius esti didžiulis: pavyzdžiui, lydeka arba karpžuvės išneršia daugiau kaip 100 000, menkė — 2,9—9,0 mln. ikrų. Tačiau gyvavedės žuvys išneršia individų gerokai mažiau (pavyzdžiui, gyvavedė vėgėlė — 200—300). Dyglė, kurios sudėtus į lizdą ikrelius saugo patinėlis, jų išneršia tik 80—100.

Ten pat, p. 408—409.

Žmonija ir senatvės problema

Senatvės ir ilgaamžiškumo tyrimų reikšmė

Senatvė ir ilgaamžiškumas anaiptol nėra iš tų problemų, kurioms žmonija būtų abejinga. Atvirkščiai, senatvės problema domina žmoniją nuo pirmykščių laikų; ji siejasi su platesne gyvenimo, t. y. organizmo vystymosi (senėjimo), jo ilgaamžiškumo ir mirties (tanatologijos) problema. Žmonija gyvena, tvirtai įsiti-

kinusi, kad žmogaus senatvė gali būti kūrybinga, kad jam pagailėta gyvenimo trukmės, o paskutinieji šimtmečiai tik patvirtino šį įsitikinimą faktais. Ir tolimoje praeityje žmogus troško gyventi šimtmečius, jo fantazija, jeigu prisiminsime biblijos padavimus, nemirtingumo idėją ir kt., čia buvo beribė.

XX amžiaus žmogus, tapęs realistiškesnis, pamokytas patyrimo, apsiginklavęs genialia technika, pažinęs daugelį gamtos dėsnių, teisėtai reikalauja ir didesnių galimybių savo paties prigimčiai, pirmiausia jis trokšta ilgiau gyventi.

Žmogus labai daug gali, bet dar daugiau nori, nors ir supranta, kad senatvė ir biologiniai gyvybės limitai — tai realybė, su kuria reikia skaitytis. Jis nenori susitaikyti su mintimi, kad šie limitai absoliutūs. Ir jis teisus: gyvenimą galima prailginti, galima pakeisti senatvės fiziologinius, psichinius ir socialinius rodiklius, senatvė dar ne liga, senatvė — tai gyvenimo tęsinys, kurį galima ir reikia padaryti naudingą visuomenei. Senatvė neturi būti tik vegetavimas, ji — pamokantis ištisos kartos triūso apibendrinimas, darbo estafetės perdavimas naujai kartai, aktyviai su ja bendradarbiaujant. Taip ir turi būti kuriama žmonijos istorija, mokslo, kultūros, technikos ir meistriškumo istorija.

И. В. Давыдовский. Геронтология[1]. М., «Медицина», 1966, p. 3—4.

Požiūris į senatvę seniau ir dabar

Kažkada senatvė buvo tiesiog gyvenimo ruduo, paskutinis jo etapas, o senatvės ligos — mirties forma arba būdas... Kažkada darbo žmonės, invalidai, išsekinti ilgalaikio, dažnai nepakeliamo, katorgiško darbo, mėgavosi sąlygine ramybe senatvėje ir mirdavo, būdami savotiškomis žmonijos „atliekomis“. Ir pagal biologinius, ir pagal socialinius rodiklius tai buvo iš tikrųjų „atliekos“, t. y. sukriošę ir mirštantys žmonės, organiškai ir socialiniu atžvilgiu nepilnaverčiai, verti vien pasigailėjimo. Šių visuomenei nereikalingų žmonių buvo prigrūstos prieglaudos, elgetynai ir panašios įstaigos. Medicina, kaip tam tikra visuomenės pasigailėjimo reiškėja, stebėjo, aprašinėjo nykstančios gyvybės simptomus, kiek galėjo, gydė...

Per paskutinius 50—80 metų viskas staiga pasikeitė. Stulbinantys mokslo ir technikos laimėjimai, ypač biologijos ir medicinos, praplėtė mūsų supratimą apie senėjimo fiziologiją, patologiją ir esmę. Plačiu srautu į mediciną ėmė veržtis gerontologinė literatūra... Apdorojus gausią statistinę medžiagą apie gyventojų amžiaus sudėtį ir mirtingumą, išaiškėjo visiškai realios perspektyvos prailginti žmogaus amžių. 50—60 metų žmogus dabar jau nesenas, nors, aišku, jis ir toliau sensta. Šiame am-

[1] Gerontologija — mokslas apie pagrindines priežastis ir mechanizmus, nulemiančius laipsnišką senėjimui būdingų struktūrų ir funkcijų irimą. — *Sud.*

žiuje mirtingumas sumažėjo 4 kartus (palyginti su XVIII amžiaus pabaiga), o realios galimybės gyventi ilgiau... padidėjo vidutiniškai iki 75 metų. Netgi septyniasdešimtmečiams šios galimybės dabar siekia 10—11 metų, o jų mirtingumas per pusę amžiaus sumažėjo beveik dvigubai....

„Aš noriu mirti dirbdamas“,— rašė Montenis (XVI a.), pabrėždamas glaudų darbo ir žmogiškosios laimės ryšį. „Darbas gimdo patirtį, o patirtis išmintį, ji — patirties duktė“ (Leonardas da Vinčis). Tai reiškia, kad besiskiriantis su gamyba, bet dar galintis dirbti pagyvenęs žmogus turi ir patirties, ir išminties, t. y. savybes, kurių neatsveria tiesiog darbo intensyvinimas.

Socialinis ir biologinis žmogaus pradmenys neatskiriami. Jie sudaro vienybę. Tačiau žmogaus jėga ir didybė yra tai, kad jis išmoko savo darbu ir protu koreguoti biologinių procesų eigą, didinti adaptaciją prie aplinkos ir kovoti su dezadaptacija arba numatyti ją...

Ten pat, p. 8—9.

Kas senatvėje teigiama

Netiesa, kad senatvė — vien smukimas, vien tik negatyvus reiškinys. Šis depresyvus, grynai emocionalus požiūris, gana paplitęs visuomenėje, yra esminis stabdys, organizuojant senatvės tyrinėjimą, ypač jei palyginsime tai su pediatrijos[1] problemų tyrimo organizavimu.

Sugebėjimas adaptuotis senatvėje iš tikrųjų sumažėja; bet jis gali būti sėkmingai kompensuotas išaugusiu meistriškumu, aukštu sprendimų lygiu, akiračio platumu ir socialinės atsakomybės įsisąmoninimu. Patirtis ir išmintis visada buvo laiko funkcija. Jos lieka subrendusių ir pagyvenusių žmonių privilegija. Gerontologijos mokslui ne taip svarbu „pridėti prie gyvenimo metų“; svarbiau „pridėti prie metų gyvenimo“...

Ten pat, p. 11.

TSRS gyventojų amžiaus trukmė

1959 m. sąjunginio gyventojų surašymo duomenimis, Tarybų Sąjungoje gyveno 15 650 584 senyvi žmonės (60—74 metų), 3 832 156 seneliai (75—89 metų), 224 794 ilgaamžiai (90 metų ir daugiau). Iš viso užregistruoti 19 707 534 asmenys, kuriems 60 ir daugiau metų.

«Проблемы старения и долголетия». М., «Наука», 1966, p. 7.

[1] Pediatrija — medicinos sritis, tyrinėjanti vaikų ligas. — *Sud.*

Dabar, kai amžiaus vidurkis mūsų šalyje yra apie 70 metų, ir ateityje laukiama, jog jis, toliau progresuodamas, didės, viena aktualiausių medicinos problemų, turinčių valstybinę reikšmę, tampa būtinumas išsaugoti ir pratęsti pagyvenusių žmonių darbingumą.

Ypač svarbu išsaugoti darbingumą mokslininkų — didelių įvairių mokslo sričių specialistų.

Pagal pasaulinę statistiką, viena pagrindinių priežasčių, gerokai sumažinančių žmogaus darbingumą, taip pat sutrumpinančių jo amžių, yra širdies-kraujagyslių sistemos ligos (aterosklerozė, hipertoninė liga ir kt.).

Gausi tarybinė ir užsienio literatūra, aiškinanti aterosklerozės bei kitų širdies-kraujagyslių ligų priežastis, rodo, kad dabar didelė reikšmė teikiama šiems veiksniams:

1) nervų sistemos pervargimui ir traumavimui...
2) perdaug gausiam gyvulinių riebalų vartojimui...
3) nepakankamama fiziniam krūviui...

Nors pasaulinė literatūra yra sukaupusi daug faktinės medžiagos, iki šiol šių veiksnių reikšmė vertinama nevienodai. Dauguma užsienio autorių, priešingai negu tarybiniai mokslininkai, ignoruoja socialinių veiksnių, taip pat nervinio pervargimo reikšmę.

Gausėjant mokslinių tyrimų gerontologijos srityje, tampa vis labiau akivaizdu, kad individų senėjimo greitį veikia trijų kategorijų veiksniai. Pirmiausia tai paveldimumas, kurio reikšmę ir įtakos ribas parodė monozigotinių dvynių senėjimo proceso tyrimai. Antroje vietoje turėtų būti žmonių „gyvenimo sąlygos", kitaip tariant, ekologiniai veiksniai (klimatiniai, alimentariniai, profesiniai ir socialiniai), nuo kurių gerokai priklauso skirtingų gyventojų grupių, taip pat vienodų žmonių grupių, bet gyvenančių nevienodomis socialinėmis-ekonominėmis sąlygomis, ryškūs senėjimo ritmo skirtumai. Galiausiai trečioje vietoje yra patologiniai veiksniai, dėl kurių sutrinka organai ar funkcijos, galinčios pagreitinti senėjimą tų individų, kurių integruojantys mechanizmai, atsakingi už cheminių reakcijų reguliavimą ir būtiną nuolatinę adaptaciją prie besikeičiančių aplinkos sąlygų, yra papildomai apkrauti.

Medicina dar nesugeba kontroliuoti genetinių veiksnių, bet aplinkos, kurioje gyvename, kontrolė teoriškai ir netgi praktiškai yra galima. Savaime aišku, jog čia taip pat esama daug patologinių reiškinių. Todėl nesunku suprasti, kad vienas pagrindinių tikslų, kurių turi siekti dabartinė gerontologija, yra išaiškinti įvairius ekologinius veiksnius, galinčius pagreitinti (arba, atvirkščiai, sulėtinti) individualų senėjimą. Geriau ištyrus šiuos veiks-

nius, ateityje bus galima taip pagerinti suaugusio žmogaus higienos sąlygas, kad jos leistų kuo efektyviausiai naudotis visomis šiomis galimybėmis ilgesnį laikotarpį.

Ten pat, p. 17, 39.

Neveiklumo kenksmingumas

Atsimenant, kad neveiklumas, atvirkščiai, negu mašinų, yra didesnio organų ir sistemų „susidėvėjimo" bei degradacijos priežastis, reikia stengtis visas organizmo sistemas apkrauti kiek galima tolygiai, neperkraunant ir nenuvarginant vienų ir neleidžiant patirti neveiklumo bei atrofijos kitoms. Pirmiausia tai liečia nervinę-psichinę veiklą, nes ji yra tas pagrindinis tarpininkas, kuris sieja mus su aplinka ir reguliuoja santykius su ja. Monotoniškas stereotipinis ryšys su aplinka, nebuvimas įvairių įspūdžių — dirgiklių iš jos — visa tai skurdina galvos smegenų asociatyvinę veiklą, ir milžiniškas jų ląstelinis „fondas" būna neveiklus. Tokia padėtis neišvengiamai susidaro tais atvejais, kai žmogus užsidaro ribotame, siaurame savo interesų rate, kas neleidžia jam gauti iš aplinkos pakankamai įvairių įspūdžių. Todėl atsiranda prielaidos pamažu nykti toms adaptacinėms galimybėms, kuriomis potencialiai pasižymėjo organizmas, ir jis netenka sugebėjimo prisitaikyti prie galimų naujų gyvenamosios aplinkos sąlygų. Kaip tik tai būdinga senų žmonių psichikai.

Iš tikrųjų žmonės, turintys įvairiapusius interesus ir labai veiklūs intelektualiniu atžvilgiu, esant kitoms vienodoms sąlygoms, paprastai ilgiau išsaugoja savo protinius sugebėjimus ir lėčiau yra veikiami senėjimo su visais jo atributais. Pakanka prisiminti daugelį mokslininkų, iki gyvenimo pabaigos išlaikiusių aiškų protą ir kūrybinę potenciją. Taip pat yra žinoma, kad tie, kurie, sulaukę „pensijinio" amžiaus, labai apriboja savo interesų ratą ir veiklos sritis, veikiai degraduoja ir tampa priešlaikinio nukaršimo aukomis.

Būtinybė derinti protinį ir fizinį darbą

Tačiau asmenybei harmoningai vystytis ir palaikyti organizmo „tonusą" apskritai neįmanoma, tinkamai nederinant protinio darbo su fiziniu, t. y. raumenų veikla. Šiuo atveju ypač svarbią reikšmę įgyja fizkultūra ir sportas. Fiziniai pratimai stiprina galvos smegenų žievės poveikį efektoriniams organams. Kartu sustiprėja aferentinių dirginimų poveikis centrinei nervų sistemai...

Taigi įvairiapusė veikla, platus interesų diapazonas, sugebėjimas adaptuotis prie įvairių gyvenimo sąlygų, visa tai harmo-

ningai derinant su saikinga raumenų įtampa, ir yra svarbiausi veiksniai, neleidžiantys prieš laiką pasenti ir įgalinantys net senatvėje išlikti darbingiems.

Ten pat, p. 57, 58.

Kas spartina senėjimą

Aterosklerozės ir priešlaikinės senatvės profilaktikai labai svarbu išlaikyti tinkamą darbo ir poilsio režimą. Turint galvoje, kad vienas pirmųjų priešlaikinio senėjimo, o neretai ir aterosklerozės požymių yra nemiga, ją reikia aktyviai gydyti...

Iš veiksnių, spartinančių organizmo senėjimą, ypač svarbus yra medžiagų apykaitos proceso pakitimas. Ištirta, kad pagyvenusių ir senų žmonių esti sutrikusi lipidų ir baltymų apykaita. Nuo amžiaus priklausantys lipidų apykaitos pakitimai pasireiškia jų kiekio didėjimu...

Vaistų, galinčių sumažinti minėtus apykaitos sutrikimus arba užkirsti jiems kelią, vartojimas yra labai svarbus priešlaikinio senėjimo profilaktikai ir gydymui. Šiuo požiūriu labai reikšmingi yra vitaminai, kurie fermentinių sistemų, mediatorių ir hormonų sudėtyje dalyvauja visuose audinių apykaitos etapuose. Gydymas vitaminais vertas ypatingo dėmesio, nes yra duomenų, kad pagyvenusių žmonių organizme B grupės vitaminų, askorbininės rūgšties ir A vitamino kiekis sumažėja..., o dėl to atsiranda ir didesni apykaitos pakitimai.

Ten pat, p. 147, 163—164.

Senėjimas ir nervų sistema

Mokslo ir technikos pažanga žmoniją laipsniškai išvaduoja nuo sunkaus fizinio darbo, kartu didėja protinio darbo dalis, plečiasi protinės veiklos sfera, spartėja gyvenimo tempas, vis labiau reikalaujama didinti nervinių procesų dinamiką ir plėtoti kitas įvairias nervų sistemos veiklos sritis.

Tokie veiksniai, kaip ilgalaikė ir pernelyg didelė nervinė įtampa, bereikalingas susierzinimas, blogas prisitaikymas prie darbo arba namų aplinkos, nuolatinis jaudinimasis ir miego stoka, labai neigiamai atsiliepia nervų sistemos būklei, dėl kurios gali išsivystyti įvairios ligos arba paaštrėti esamos, sumažėti darbingumas ir padidėti senėjimo tempai.

Pagyvenusių žmonių nervų sistema yra ypač jautri, todėl jie sunkiau pakelia pervargimą, skausmą, emocinius sutrikimus ir kt.

Viena svarbiausų asmenybės pilnavertiškumo sąlygų, pereinant į senatvę,— išlaikyti nervų sistemą pakankamai aukšto ly-

gio. Dauguma ilgaamžių žmonių pasižymi minties aiškumu, optimizmu, žvalia nuotaika, draugiškumu.

Nuotaika (bendra emocinė būklė) veikia organizmo tonusą. Nustatyta, kad dėl emocijų pakinta svarbiausių vidaus organų — širdies, žarnyno, vidinės ir išorinės sekrecijos liaukų — veikla. Prislėgta nuotaika, liūdesys, nuoskauda ir įvairios neigiamos emocijos gali sukelti kraujagyslių spazmus, lygiųjų raumenų nusilpimą, judesių koordinacijos sutrikimą, padidinti cukraus kiekį kraujyje, adrenalino išsiskyrimą, kraujo klampumą ir kt. Pablogėjusi kraujo sudėtis savo ruožtu atsiliepia visų kūno organų ir audinių mitybai. Teigiamos emocijos, atvirkščiai, padeda plėsti kraujagysles, gerinti kraujo apytaką, didinti griaučių raumenų tonusą, pagerina savijautą, sumažina nuovargį...

Kasdieniniame gyvenime visi susiduriame su faktais, kai įvairūs nemalonumai, nuoskaudos ir ypač sunkios psichinės traumos yra ligų priežastis ir pagreitina senėjimą. Požiūris, kad nervų sistema turi lemiamą įtaką patologinių procesų atsiradimui, literatūroje yra pareikštas labai seniai.

Ten pat, p. 241—242.

Potenciali gyvenimo trukmė

Potenciali gyvenimo trukmė — tai tas pat, kas maksimalus rūšies amžius. Tai lyg ir riba, kurią nubrėžia organizmui jo biologiniai ypatumai ir paveldėta potencija. Žmogaus, pavyzdžiui, potenciali gyvenimo trukmė ilga — 112 metų (arba, ko gero, net 124 metai, jeigu pripažintume kai kuriuos amžiaus rekordus, kuriuos reikėtų kritiškiau patikrinti). Įdomu tai, kad žmogaus amžiaus riba yra didesnė už kitų aukštesniųjų stuburinių. Už žmogų daug didesni žinduoliai (dramblys, banginis) niekada neišgyvena iki tokio amžiaus (drambliai gyvena vidutiniškai 69, banginiai — 32 metus). Pažymėtina dar viena svarbi ypatybė: bet kurioje populiacijoje amžiaus, atitinkančio potencialią gyvenimo trukmę, sulaukia tik labai nedaug individų. Potenciali gyvenimo trukmė: matyt, nepriklauso nuo ekologinių sąlygų, t. y. aplinkos. Ji tebėra lygi 100 metų su trupučiu nepriklausomai nuo to, ar kalbama apie Europos, Indijos ar Kinijos gyventojus. Asmenų, sulaukusių šio amžiaus, tam tikroje populiacijoje [1] gali būti daugiau ar mažiau, bet maksimalus žmogaus amžius, pagerėjus gyvenimo sąlygoms, beveik nesikeičia.

Ф. Бурльер. Старение и старость. М., Изд-во иностр. лит., 1962, p. 12.

[1] Demografinėje literatūroje tiksliai nurodoma, kad kalnuotose vietovėse (Pirėnuose, Bulgarijoje, Kaukaze, Jakutijoje) ilgaamžių 1000—čiui gyventojų tenka daug daugiau, negu žemumose — *Orig. red. pastaba.*

6. Genetikos ir selekcijos pagrindai

Genetikos mokslas

Iš pagrindinių gyvybės savybių didžiulę reikšmę turi paveldimumas ir kintamumas. Paveldimumo dėka organiniame pasaulyje egzistuoja tam tikra tvarka, išlaikomi gyvūnų ir augalų atskirų sistematinių grupių panašumo bruožai, pastoviai perduodami jų skirtumai.

Iš kartos į kartą perduodami ne tik organizmų savybės ir požymiai, bet ir tikslus jų individualaus vystymosi tam tikromis aplinkos sąlygomis planas. Visa tai kaip materialūs paveldimumo vienetai — genai — perduodama per lytines arba somatines ląsteles.

Kintamumas — priešinga paveldimumui savybė. Tai genų kitimas arba jų pasireiškimas organizmų vystymosi eigoje. Jis gali atsirasti, ir genams naujai persigrupavus. Paveldimas kintamumas taip pat išlieka ir perduodamas iš ląstelės į ląstelę, iš tėvų — palikuonims.

Paveldimumas ir kintamumas — du priešingi ir tarpusavyje susiję procesai, būdingi gyvybei Žemėje,— sudaro genetikos mokslo objektą. Gyvosios materijos genetiniai tyrimai dabar vykdomi įvairių jos struktūros lygių: molekulių, chromosomų, organizmų ir populiacijų.

Dabartiniai gamtos mokslai sėkmingai įvaldo atomo branduolio energiją, bet jiems iškilęs dar didesnis uždavinys — įvaldyti geno „energiją". Jį išsprendus, atsiras neribotos galimybės naujais būdais kurti organinę medžiagą ir konstruoti įvairiausius gyvus organizmus.

Sud.

Genetikos atsiradimas

1854—1868 m. Briuno (Brno miestas Čekoslovakijoje) vidurinėje mokykloje fiziką ir gamtos mokslą dėstė augustiniečių vienuolis Gregoras Mendelis. Laisvalaikiu Mendelis vienuolyno sode augino žirnius. Jis tai darė anaiptol ne gastronominiais sumetimais, o siekdamas išaiškinti paveldimumo dėsnius. Žinoma, jis nebuvo pirmasis mokslininkas, užsibrėžęs šį uždavinį. Tačiau visi jo pirmtakai čia nedaug tepasiekė. Mendelio darbas buvo sėkmingas, palyginti su jo pirmtakų tyrinėjimais, dėl to, kad jis turėjo dvi esmines savybes, būtinas mokslininkui: sugebėjo iškelti gam-

tai reikalingą klausimą ir mokėjo teisingai išaiškinti gamtos atsakymą. Be viso to, Mendelis buvo dar nepaprastai darbštus ir kruopštus, t. y. pasižymėjo savybėmis, kurios pačios savaime nesuformuoja gero mokslininko, tačiau be kurių net labai didelių protinių gabumų žmogus retai pasiekia didesnių mokslinių laimėjimų. Šį darbą Mendelis vykdė aštuonetą metų, per tą laikotarpį jis išaugino bei detaliai ištyrė apie 10 000 augalų (žirnių) ir tik po to nusprendė paskelbti savo kuklius duomenis vietinės mokslinės draugijos „Žiniose". Tai įvyko 1865 m. vasario 8 d., bet paskui prireikė 35 metų, kad mokslo pasaulis suprastų padaryto atradimo svarbą. Šią dieną mes dabar laikome šiuolaikinės genetikos gimimo diena.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1965, р. 24.

Genetikos susiformavimas

Tiesiogiai atlikdami bandymus su augalais, vienu metu trys botanikai tyrinėtojai — Olandijoje de Frysas, Austrijoje Čermakas ir Vokietijoje Korensas — pastebėjo šiuos dėsnius, kuriuos prieš 35 metus atrado niekam nežinomas vienuolis iš Briuno vienuolyno. Ypač daug faktų, įrodančių Mendelio teiginius, surinko de Frysas, beje, dirbdamas su įvairiausiais augalais. Beveik tuo pačiu metu Betsonas [1] eksperimentu įrodė, kad šie dėsniai tinka ir gyvūnams.

Per kovą įsigali naujas eksperimentinis mokymas apie paveldimumą. Nuostabus Mendelio konkretumas griežtai prieštarauja nusistovėjusiam metafiziniam požiūriui į paveldimumą, ir nemažai stambių tyrinėtojų sudaro opoziciją jo mokymui. 1902 metais išeina nuostabi Betsono knyga, pavadinta „Mendelio nustatyti paveldimumo pagrindai", su priedu — Mendelio darbų vertimu į anglų kalbą. Po šios knygos pavadinimu nurodyta: „gynimui" (adefence). Daugiau ji skirta polemikai su zoologu Veldonu (Weldon) [2], neigusiu kai kurias Mendelio išvadas, gautas atliekant bandymus su žirniais.

...Turint raktą paveldimumo reiškiniams įminti, galima iš anksto numatyti, kokie bus palikuonys, sukryžminus du skirtingus tėvus; labai tiksliai galima nurodyti, kokia palikuonių dalis turės vienus ar kitus požymius.

Praktiškai, remdamasis mendelizmo teiginiais, selekcininkas dabar gali sėkmingai derinti vienus požymius su kitais, gauti naujus patvarius savybių derinius, sukurdamas kryžminimo būdu pageidaujamas pastovias formas, veisles su naujais požymiais.

---

[1] V. Betsonas (1861—1926) — anglų mokslininkas, pirmasis įvertinęs Mendelio darbą. — *Sud.*

[2] Anglų zoologas Veldonas įnirtingai kovojo prieš mendelizmą. — *Sud.*

Mendelizmas ir selekcija išvien su artimomis jiems disciplinomis kasmet vis labiau įgalina biologą sąmoningai valdyti augalo ir gyvūno organizmą. Mendelio mokymas davė pradžią naujai organizmų paveldimumo eksperimentinio įvaldymo epochai.

Н. И. Вавилов. Менделизм и его значение в биологии и агрономки. Knygoje Г. Мендель. «Опыты над растительными гибридами». М., «Наука», 1965. p. 109, 105. 106.

Hibridologinis metodas

Šis metodas — tai teorijos patikrinimo ir išvystymo pagrindas. Bet kuri hipotezė, neparemta naujai atrastu metodu, lieka nerealia fantazija. Savo ruožtu, neiškėlus hipotezės, sunkiau atrasti naują metodą. Hipotezė, suderinta su nauju reiškinio tyrimo metodu, tampa moksline teorija. Organizmų požymių ir savybių paveldėjimo mechanizmui ištirti buvo būtini nauji, specialūs genetiniai tyrimo metodai...

Tyrimai, kaip hibridinių organizmų palikuonys paveldi atskiras požymių poras ir jų visumą, sudaro atskirą genetikos sritį — genetinę analizę, kurios pagrindinis metodas yra kryžminimas ir tiriamų palikuonių požymių analizė.

...Pagrindinis paveldėjimo tyrimo metodas yra tas pats, kurį paruošė Gregoras Mendelis... Skirtingai negu jo pirmtakai, bandę vienu metu stebėti, kaip hibrido palikuonys paveldi visus požymius, Mendelis genetinę analizę grindė atskirų požymių porų paveldėjimo tyrimais.

...Viena Mendelio tyrimų ypatybių buvo pradinių tėvinių formų parinkimas. Kryžminimui jis ėmė augalus, kurie skyrėsi viena, dviem arba trimis kontrastingų, alternatyvių požymių poromis. Pavyzdžiui, vieno augalo žiedai purpurinės spalvos, kito — balti, sėklaskilčių (sėklų) spalva geltona arba žalia, augalas aukštas arba žemas ir t. t. Ir Mendelis atskirai vedė kiekvienos kartos atskiros alternatyvių požymių poros apskaitą, laikinai nekreipdamas dėmesio į visus kitus kryžminamų formų skirtumus.

Antrasis metodo ypatumas buvo hibridinių augalų, turinčių skirtingus atskirus požymius, kiekybinės apskaitos panaudojimas palikuonims tirti.

Trečias Mendelio metodo ypatumas — kiekvieno augalo daugelio kartų palikuonių individuali analizė.

Išvardytieji paprasti tyrimo būdai buvo naujas paveldimumo tyrimo metodas, atvėręs ištisą epochą.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 103, 104, 125.

Monohibridinis kryžminimas

Pirmosios hibridų kartos vienodumo taisyklė

Visi bandymai vėliau įrodė, kad nepriklausomai nuo to, ar dominantinį požymį turi tėvinis ar motininis augalas,— abiem atvejais hibridinė forma yra vienoda. Šį įdomų reiškinį pastebėjo taip pat Gertneris[1], nurodęs, kad netgi labiausiai prityręs žinovas nesugeba pagal hibridą nustatyti, kuri iš dviejų sukryžmintų formų buvo motininis augalas ir kuri — tėvinis.

Iš skirtingų požymių, kuriuos turėjo bandomosios formos, dominantiniai yra šie:

1) sėklų su įdubimais paviršiuje arba be jų apvali arba apvaloka forma;

2) geltona sėklų baltymo spalva;

3) sėklų luobelės pilka, pilkai ruda arba tamsiai ruda spalva, susijusi su violetinio raudonumo žiedais ir rausva dėme lapų pažastyse;

4) paprasta išgaubta ankšties forma;

5) žalia nesubrendusios ankšties spalva, susijusi su tokia pat stiebo, lapų gyslų ir taurelės spalva;

6) žiedų išsidėstymas išilgai stiebo;

7) didesniosios ašies ilgis.

Г. Мендель. Опыты над растительными гибридами. М., «Наука», 1965, р. 15.

Požymių išsiskyrimas antrojoje hibridų kartoje

Šioje kartoje greta dominantinių vėl atsiranda recesyviniai požymiai su visomis ypatybėmis ir šių augalų santykis vidutiniškai yra 3 : 1. Taigi iš kiekvienos šios kartos augalų ketveriukės trys turi dominantinį ir vienas — recesyvinį požymį. Tai liečia visus be išimties bandomųjų formų požymius.

Kampuota, raukšlėta sėklų forma, žalia baltymo spalva, balta sėklų luobelės ir žiedo spalva, ankščių sąsmaukos, geltona nesubrendusių ankščių, stiebo, taurelės ir lapų gyslų spalva, žiedinio ūglio pusiauskėtinė forma ir trumpa ašis vėl atsiranda nurodytais santykiais be esminių pakitimų. Tarpinių formų nė vienam e bandyme nepastebėta.

Kadangi hibridai, kurie gaunami po dviejų kryžminimų, yra visiškai vienodos formos ir, jiems toliau vystantis, nepastebima jokių didesnių nukrypimų, tai kiekvieno bandymo bendrų rezultatų apskaita gali būti viena. Kiekvienos skirtingų požymių poros kiekybiniai santykiai buvo tokie:

---

[1] Vokiečių mokslininkas K. F. Gertneris (1772—1850), pagarsėjęs gausiais augalų hibridinimo bandymais.— *Sud.*

I. b a n d y m a s. Sėklų forma. Iš 253 hibridų antraisiais bandymų metais gautos 7324 sėklos. Iš jų 5474 buvo apvalios arba apvalokos, o 1850 sėklų — raukšlėtos ir kampuotos. Taigi jų santykis 2,96 : 1.

II b a n d y m a s. Baltymo spalva. Iš 258 augalų gauta 8023 sėklos: 6022 buvo geltonos ir 2001 — žalios. Taigi pirmųjų santykis su antrosiomis 3,01 : 1.

Reziumuojant visų bandymų rezultatus, formų su dominantiniais ir recesyviniais požymiais vidutinis santykis pasirodys besąs lygus 2,98 : 1, arba 3 : 1.

Dominantinis požymis čia gali turėti d v e j o p ą r e i k š m ę, būtent: jis gali būti pradinis arba hibridinis požymis [1]. Kuria šių dviejų formų jis egzistuoja kiekvienu atskiru atveju, gali parodyti tik sekanti karta. Jeigu tai pradinis požymis, jį turi paveldėti nepakitusį visi palikuonys, ir, atvirkščiai, jeigu tai hibridinis požymis, jis paveldimas taip pat, kaip ir pirmojoje kartoje.

T e n p a t, p. 16—19.

Požymių išsiskyrimas trečiojoje hibridų kartoje

Tos formos, kurios pirmojoje kartoje gauna recesyvinį požymį, antrojoje [2] kartoje daugiau jau nesikeičia pagal šį požymį: jų palikuonys lieka p a s t o v ū s.

Visiškai kitaip yra su tomis formomis, kurios pirmojoje kartoje turi dominantinį požymį. Iš jų d u trečdaliai duoda palikuonis, kuriems dominantinis ir recesyvinis požymiai pasireiškia santykiu 3 : 1, t. y. jie yra visiškai tokie pat, kaip hibridinės formos; tiktai v i e n a s trečdalis formų su dominantiniu požymiu lieka pastovios.

Atskiri bandymai davė tokius rezultatus:

I b a n d y m a s. Iš 565 augalų, išaugintų iš apvalių pirmosios kartos sėklų, tik 193 vėl davė apvalias sėklas ir toliau liko pastovūs pagal šį požymį; 372 davė apvalias ir kampuotas sėklas santykiu 3 : 1. Hibridinių ir pastovių augalų skaičiaus santykis buvo 1,93 : 1.

II b a n d y m a s. Iš 519 augalų, išaugintų iš sėklų, kurių pirmosios kartos baltymas buvo geltonos spalvos, 166 davė tik geltonas, 353 — geltonas ir žalias sėklas santykiu 3 : 1. Taigi hibridinių ir pastovių formų santykis — 2,13 : 1.

...Todėl santykis 3 : 1, kuriuo pasireiškė pirmosios kartos individų dominantinis ir recesyvinis požymis, visų bandymų atveju virsta santykiu 2 : 1 : 1, jeigu skirsime dominantinio požymio pradinę formą nuo hibridinės. Kadangi pirmosios kartos palikuonys gaunami tiesiogiai iš hibridų sėklų, tai d a b a r t a m p a a i š-

[1] Pradiniu vadinamas tėvų požymis, hibridiniu — F_1 požymis. — *Sud.*

[2] Pirmąja ir antrąja karta Mendelis vadino dabartinėje genetikoje vadinamą antrąją ir trečiąją kartą. — *Sud.*

ku, kad hibridai, gauti iš du skirtingus požymius turinčių augalų, subrandina sėklas, iš kurių pusė vėl duoda hibridinę formą, tuo tarpu kita pusė duoda augalus, kurie lieka pastovūs ir po lygiai jų turi dominantinį ir recesyvinį požymį.

Ten pat, p. 19, 20.

Monohibridinimo dėsningumai

Taigi monohibridinimo atveju Mendelis nustatė tokius paveldėjimo dėsningumus:

1. Iš alternatyvių požymių poros pirmosios kartos hibridai įgyja tik vieną — dominantinį, o recesyvinis nepasireiškia. Šis reiškinys buvo pavadintas dominavimu, o vėliau — pirmuoju Mendelio dėsniu arba pirmosios hibridų kartos vienodumo dėsniu.

2. Antrojoje hibridų kartoje atsiranda individų ir su dominantiniu, ir su recesyviniu požymiu; pirmųjų ir antrųjų santykis vidutiniškai lygus 3 : 1. Šį reiškinį 1900 m. H. de Frysas pasiūlė pavadinti požymių išsiskyrimo dėsniu, o vėliau jis buvo pavadintas antruoju Mendelio dėsniu. Palikuonys su recesyviniu požymiu sekančiose kartose savidulkos atveju išlieka pastovūs.

3. Iš $^3/_4$ antrosios kartos augalų su dominantiniu požymiu $^2/_4$ bendro palikuonių skaičiaus esti hibridiniai: esant savidulkai, jų F_3 požymiai išsiskiria vėl santykiu 3 : 1, ir tiktai $^1/_4$ išlieka pastovūs sekančiose kartose, panašiai kaip pradinės tėvinės formos ir F_2 augalai su recesyviniu požymiu. Vadinasi, pusė F_2 augalų yra hibridiniai, o pusė — „gryni“, pastoviai išlaikantys tėvinius požymius. Taigi F_1 hibridų palikuonių pagal nurodytus požymius santykis yra 1 : 2 : 1.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, p. 109, 110.

„Gametų grynumo“ hipotezė

Kaip matėme, recesyvinis alelis *a* pirmosios kartos hibriduose nors ir nepasireiškia, bet ir nesusilieja su dominantiniu *A*, o antrojoje kartoje abu aleliai vėl pasirodo „grynu“ pavidalu. Tokį reiškinį galima paaiškinti, tik padarius prielaidą, kad pirmosios kartos hibridas *Aa* sudaro ne hibridines, o grynas gametas, be to, kiekvienas šių alelių atsiduria skirtingose gametose. Gametų, turinčių *A* ir *a* alelius, susidaro vienodas skaičius, todėl tampa suprantamas išsiskyrimas pagal genotipą 1 : 2 : 1.

Alternatyvių požymių poros abiejų alelių išsiskyrimas į hibridinio organizmo gametas vadinamas gametų grynumo reiškiniu, kurio pagrindas yra citologinis mejozės mechanizmas.

Ten pat, p. 111.

Dihibridinis kryžminimas

Žirnių kryžminimas

Dihibridiniam kryžminimui Mendelis paėmė homozigotinius žirnius, kurie skyrėsi dviem požymių poromis. Motininis augalas turėjo lygias sėklas (šį požymį nulemiantį geną sąlygiškai žymėsime *B*) ir geltonos spalvos sėklas (šį geną žymėsime *A*); abu šie požymiai — dominantiniai. Tėvinis augalas turėjo recesyvinius požymius — raukšlėtas (*b*) ir žalias (*a*) sėklas. Tėvinės formos buvo homozigotinės pagal dvi požymių poras arba pagal du juos nulemiančius genus; motininio augalo genotipą galima pažymėti *AABB*, o tėvinio — *aabb*. Beje, šiuo atveju nesvarbu, kaip pasiskirstę tėvinių formų požymiai. Mendelis kryžmino taip pat augalus, turinčius lygias ir žalias sėklas, su augalais, turinčiais raukšlėtas ir geltonas sėklas, t. y. *aaBB* ir *AAbb*.

M. E. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 126.

Fenotipinis išsiskyrimas

Kaip vienu metu jungiasi dvi poros alelių *Aa* ir *Bb*, taip pat, kokiu santykiu F_2 individai išsiskiria pagal abu požymius, galima nustatyti dviem būdais. Pirmasis būdas — Peneto lentelės sudarymas. Peneto lentelė[1] leidžia nustatyti visus įmanomus vyriškųjų ir moteriškųjų gametų derinius apsivaisinant, taip pat F_2 individų fenotipus ir genotipus.

...Antras būdas yra grynai matematinis, pagrįstas dviejų ir daugiau nepriklausomų įvykių jungimo dėsniu. Šis dėsnis teigia: jeigu du įvykiai yra nepriklausomi, tai tikimybė, kad jie vyks kartu, lygi kiekvieno jų tikimybių sandaugai...

Požymių išsiskyrimas pagal kiekvieną alelių porą dihibridinio kryžminimo atveju vyksta kaip du nepriklausomi įvykiai. Individų su dominantiniu požymiu, monohibridiškai kryžminant, atsiranda $^3/_4$ visais atvejais, o su recesyviniais — $^1/_4$. Taigi tikimybė, kad lygios formos ir geltonos spalvos sėklų požymiai pasirodys kartu, lygi sandaugai $^3/_4 \times {}^3/_4 = {}^9/_{16}$; lygios formos ir žalios spalvos — $^3/_4 \times {}^1/_4 = {}^3/_{16}$, raukšlėtos formos ir geltonos spalvos — $^1/_4 \times {}^3/_4 = {}^3/_{16}$ ir raukšlėtos formos ir žalios spalvos — $^1/_4 \times {}^1/_4 = {}^1/_{16}$.

Kitaip tariant, atskirų tikimybių sandauga yra fenotipinių klasių santykis: $^9/_{16} : {}^3/_{16} : {}^3/_{16} : {}^1/_{16}$, arba 9 : 3 : 3 : 1.

Ten pat, p. 127, 128.

[1] Anglų genetikas R. Penetas pasiūlė įvairius gametų derinius atvaizduoti lentelėje. — *Sud.*

Genotipinis išsiskyrimas

Analizuodami F_2 genotipus pagal Peneto lentelę, galime nustatyti skirtingų genotipų dažnumą.

Genotipų išsiskyrimo formulė bus tokia: 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1. Žinant, kad, monohibridiškai kryžminant, vienos alelių poros išsiskyrimas pagal genotipą yra $1AA : 2Aa : 1aa$, o kitos — $1BB : 2Bb : 1bb$, galima apskaičiuoti skirtingų genotipų klasių susidarymo tikimybę dihibridinio kryžminimo atveju.

Kad atsiras genotipas AA, tikimybė lygi $^1/_4$, Aa — $^1/_2$ ir aa — $^1/_4$. Tas pat tinka ir kitai alelių porai: BB — $^1/_4$, Bb — $^1/_2$, bb — $^1/_4$. Sudauginus abi tikimybes, galima gauti visas išsiskyrimo pagal genotipą klases. Pavyzdžiui, genotipo $AABB$ atsiradimo dažnis gali būti $^1/_4AA \times {}^1/_4BB = {}^1/_{16}$; $AABb$ — $^1/_4AA \times {}^1/_2Bb = {}^1/_8$, arba $^2/_{16}$; $AaBB$ — $^1/_2\,Aa \times {}^1/_4BB = {}^1/_8 = {}^2/_{16}$; $AaBb$ — $^1/_2Aa \times {}^1/_2Bb = {}^1/_4 = {}^4/_{16}$ ir t. t. Taip skaičiuojant, gaunamos tos pačios 9 išsiskyrimo pagal genotipą klasės 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1, kurias buvo galima nustatyti pagal Peneto lentelę.

Kaip matėme, monohibridinio kryžminimo atveju, fenotipinių klasių esti 2 (3 : 1), o genotipinių — 3 (1 : 2 : 1), dihibridinio kryžminimo atveju fenotipinių klasių esti 4, o genotipinių — 9. Taigi tada, kai būna du genai, fenotipinių klasių skaičius yra 2^2, genotipinių — 3^2.

Ten pat, p. 131.

Nepriklausomo požymių išsiskyrimo dėsnis

Atskiro požymio atsiradimo F_2 tikimybė	→ $\frac{3}{4}$ geltonų sėklų	· $\frac{1}{4}$ žalių sėklų
$\frac{3}{4}$ lygių sėklų	$\frac{9}{16}$ geltonų lygių sėklų	$\frac{3}{16}$ žalių lygių sėklų
$\frac{1}{4}$ raukšlėtų sėklų	$\frac{3}{16}$ geltonų raukšlėtų sėklų	$\frac{1}{16}$ žalių raukšlėtų sėklų

Genų, veikiančių skirtingus žirnių požymius, nepriklausomas perdavimas.

А. Рейвин. Эволюция генетики. М., «Мир», 1967. p. 17.

...Buvo atlikta daug bandymų su nedaugeliu augalų, kurių kiti požymiai hibridiškai susiję po du ir po tris; visi jie duoda maždaug vienodus rezultatus. Todėl nekyla jokių abejonių, kad bandymams naudotiems visiems požymiams vienodai galioja šis teiginys: hibridų, turinčių kelis skirtingus požymius, palikuonys yra nariai tokios derinių

eilės, kuri sieja kiekvienos skirtingų požymių poros derinių eiles. Tai kartu įrodo, kad kiekviena skirtingų požymių pora, sujungta hibridinant, elgiasi nepriklausomai nuo kitų abiejų tėvinių augalų skirtingų požymių.

Г. Мендель. Опыты над растительными гибридами. М., «Наука», 1965. р. 25

Genų nepriklausomo kombinavimosi principas

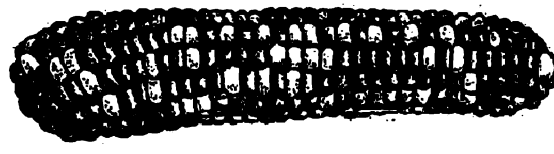
...Visi pastovūs deriniai, kurie galimi Pisum gentyje, kombinuojantis septyniems būdingiems požymiams, buvo iš tikrųjų gauti, pakartotinai kryžminant. Jų skaičius lygus $2^7=128$. Tai faktiškai įrodo, kad pastovūs požymiai, kuriuos turi giminingos augalų grupės įvairios formos, pakartotinai dirbtinai apvaisinus, gali sudaryti visus galimus pagal kombinavimosi taisykles derinius.

Ten pat, p. 26.

Mendelio dėsnių tyrimai, naudojant kitus objektus

XX a. pirmojo dešimtmečio genetinių tyrimų tikslas buvo iš esmės išaiškinti įvairių organizmų genetinius skirtumus ir jų paveldimumą. Šie tyrimai patvirtino svarbiausias Mendelio išvadas; tiesa, mokslininkai netrukus susidūrė ir su įvairiomis komplikacijomis, bet jas paprastai pavykdavo išaiškinti, naudojant kryžminimo metodą. Tokiais tyrimais buvo nustatyti daugelio skirtingų genų efektai. Paskui pastebėta, jog kai kurie organizmai ypač tinkami tokiai analizei. Iš augalų, pavyzdžiui, toks tinkamas objektas buvo žioveinis. Genetikas E. Bauras nustatė daugelio įvairių jo genų, nulemiančių žiedo spalvą, formą ir t. t., efektus. Galiausiai Bauras taip gerai ištyrė savo objektą, kad beveik nesuklysdamas gaudavo naujas užplanuotos iš anksto žiedų spalvos žioveinio veisles. Teisėtai didžiuodamasis, jis lygino save su chemiku, kuris, sintetindamas vieną ar kitą medžiagą, tiksliai suplanavęs eksperimentą, iš anksto žino, ką būtent gaus darbo pabaigoje.

Vėliau buvo dar išsamiau genetiškai išanalizuoti kukurūzai ir nustatyta daugiau kaip 400 įvairių jų genų efektų. Dabar kuku-



Monohibridinis kukurūzų grūdų spalvos išsiskyrimas

rūzai pagal genetinę sudėtį ištirti geriau, negu kuris nors kitas žiedinis augalas. Iš kitų kultūrinių augalų daugiausia ištirta žirnių, pupelių, pomidorų ir miežių genų...

Iš gyvūnų pradžioje daugiausia genetiškai buvo tiriamos vištos, triušiai, pelės ir jūros kiaulytės. Tačiau nepalyginti reikšmingesnė analizei pagal Mendelį buvo vaisinė muselė (Drosophila melanogaster), nes ji pasirodė besanti ypač tinkamas genetinių tyrimų objektas.

А. Монтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, р. 64, 65.

Mendelio dėsniai ir audinių selekcija

Audinės komerciniais tikslais pradėtos veisti palyginti neseniai. Pirmosios didelės audinių parodos buvo surengtos 1929 m. JAV ir 1931 m. Kanadoje. Šiose parodose demonstruojami žvėreliai buvo tamsios spalvos tipo, kuris būdingas laukinėms audinėms. 1931 m. Viskonsinoje vienos fermos šeimininkas surado šviesaus atspalvio audinę patelę.

...Fermeris, norintis įsiveisti platininės spalvos mutaciją, gali tai padaryti atsitiktiniais kryžminimais, tačiau, taikant praktikoje Mendelio principus, tą patį rezultatą galima pasiekti, sunaudojant mažiau lėšų, per trumpesnį laikotarpį.

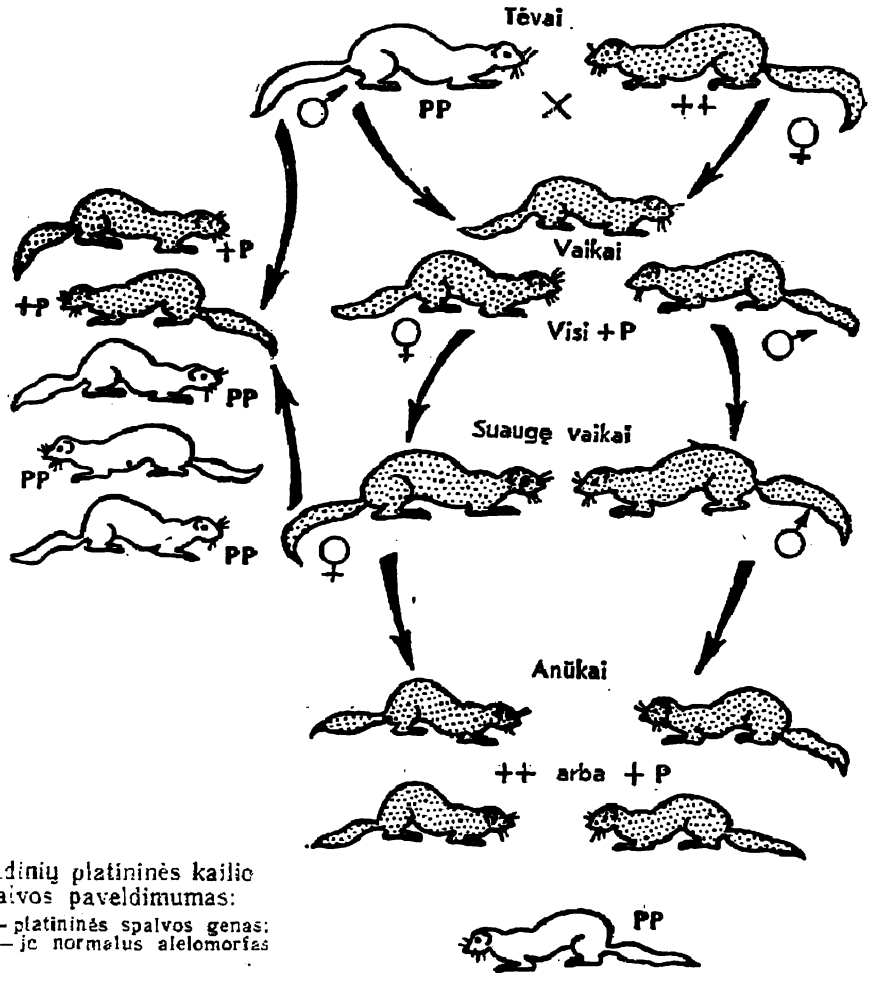
Recesyvinis platininis genas pažymėtas raide *p*, o jo tamsus alelis, kurį turi laukinės audinės, ženklu +. Dažnai būna patogu šiuo ženklu žymėti genus, turimus laukinių gyvūnų (ir dominantinius, ir recesyvinius). Aišku, jeigu, kaip ir nagrinėjamu atveju, mutantinis genas yra recesyvinis partneris, alelis, turimas laukinio varieteto, turi būti dominantinis.

Taigi platininių žvėrelių genotipas žymimas *pp*, laukinio varieteto genotipas — ++, heterozigotai — +*p* (fenotipiškai laukinės spalvos). Sukryžminus platininį patiną (*pp*) su laukine patele (++), visi spermatozoidai turės *p* geną, visos kiaušialąstės — + geną, o visi palikuonys — +*p* genotipą ir tamsų fenotipą. Juos sukryžminus tarpusavy, pusė kiaušialąsčių ir pusė spermatozoidų turės *p* geną, todėl maždaug ketvirtadalis palikuonių šį geną gaus ir su spermatozoidu, ir su kiaušialąste ir bus platininės spalvos.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, р. 64, 65, 67.

Grįžtamojo arba analizuojamojo kryžminimo pavyzdžiai

Tobulesniu platininės spalvos audinių gavimo būdu reikia laikyti platininio patino kryžminimą su jo heterozigotinėmis (+*p*) dukterimis, nes šiuo atveju visi spermatozoidai ir pusė kiaušialąsčių turės pageidaujamą geną, ir pusė palikuonių bus plati-



Audinių platininės kailio spalvos paveldimumas:
p — platininės spalvos genas;
+ — jo normalus alelomorfas

ninės spalvos. Gavus abiejų lyčių platininės spalvos žvėrelius, juos galima panaudoti ir grynaveislei platininei linijai formuoti.

Platininės spalvos audinė buvo pirmoji mutantinė audinė. 1944 m. Niujorko aukcione ji sukėlė sensaciją, vieno kailiuko kaina pakilo net iki 265 dolerių.

...Kai kurių šunų veislių juoda kailio spalva *B* dominuoja rudos *b* atžvilgiu, ir, jeigu rudoji mutacija įsimaišė į juodąją veislę, ji plis fermoje, nes dviejų juodų tėvų *Bb* palikuonių tarpe gali netikėtai atsirasti rudų šuniukų *bb*.

Šunų fermos savininkas, norėdamas atsikratyti rudos spalvos geno, efektyviausiai tai gali padaryti, naudodamas rudus šunis kaip bandomuosius išaiškinti, ar juodos patelės ir juodi patinai, turintys juodą fenotipą, turi ir rudos spalvos geną. Kai heterozigotinis individas *Bb* susiporuoja su rudu individu *bb*, pa-

likuonių tarpe anksčiau ar vėliau turi atsirasti rudas šuniukas. Homozigotinio juodo individo *BB*, sukryžminto su rudu, palikuonys bus vien tik juodi šuniukai *Bb*. Todėl juodi gyvūnai, po tokių kryžminimų atvedę šešis ar septynis juodus šuniukus ir nė vieno rudo, gali būti panaudoti grynakraujai juodai veislei atstatyti.

Šie paprasti išbandymai per palikuonis, ar nėra nepageidaujamų genų, gali būt atlikti visada, kai vietoj bandomojo gyvūno naudojamas recesyvinis homozigotinis individas (anksčiau pateiktuoju atveju — rudas).

Ten pat, p. 67, 69, 70.

Paveldėjimas nepilno dominavimo atveju

Pilnas dominavimas heterozigotuose toli gražu ne visada yra taisyklė. Dažnai dominavimas esti nepilnas, ir heterozigoto fenotipas atrodo kaip tarpinis tarp abiejų homozigotų. Dažniausiai taip yra su vadinamaisiais kiekybiniais požymiais, tokiais, kaip ūgis arba masė, tačiau ir kokybiniai požymiai (pavyzdžiui, spalvos buvimas ar nebuvimas) gali dominuoti nepilnai. Šorthornų veislės galvijų spalvos intensyvumą nulemia alelių pora. Vienas homozigotinis individas būna ištisai vienspalvis, kitas — baltas. Heterozigotinis individas — baltų ir pigmentuotų plaukų mišinys. Jeigu pagrindinė plauko spalva, priklausanti nuo kitos genų poros, yra žala, tai toks mišinys yra palšos spalvos.

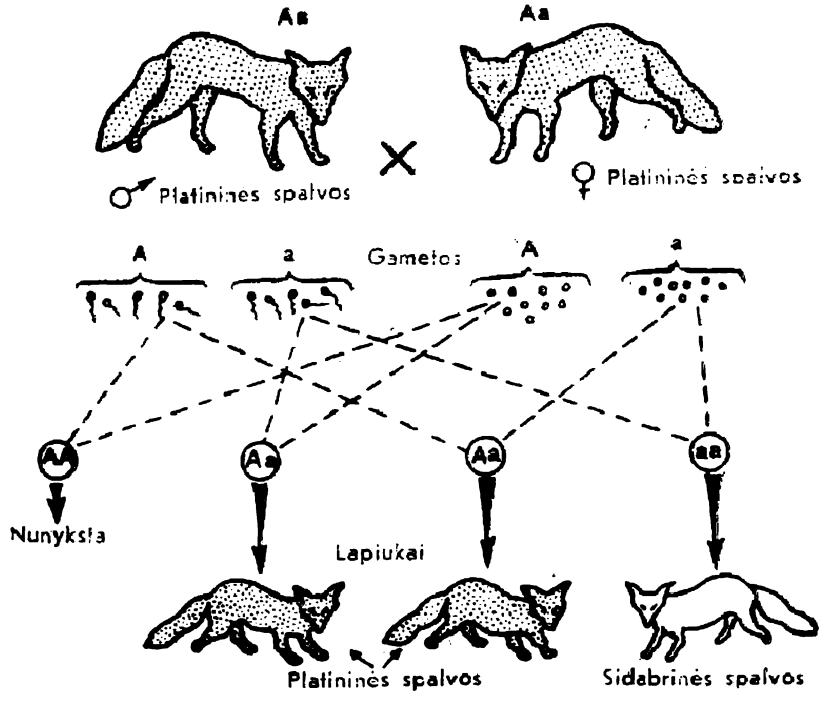
...Abu alieliai... pažymėti raidėmis *R* ir *r*... Dviejų palšų gyvulių kryžminimas atitinka hibridinių žirnių savidulką, o išsiskyrimas į du spermatozoidų ir kiaušialąsčių tipus atitinka išsiskyrimą į du žiedadulkių ir sėklapradžių tipus; palikuonys turi tris genotipus: *RR*, *Rr*, *rr* santykiu 1 : 2 : 1. Kai vienas alelis nedominuoja kito atžvilgiu, fenotipų santykis yra toks pat, kaip ir genotipų, būtent: $^1/_4$ žalų, $^1/_2$ palšų ir $^1/_4$ baltų veršelių. Negalima, aišku, laukti, kad tokį santykį gautume, pasirinkę pirmuosius keturis ar aštuonis veršelius, gimusius po tokio kryžminimo; tačiau, sujungus daugybę duomenų iš kelių bandų, faktiniai duomenys gerai sutampa su teoriniais.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 58—59.

Nukrypimų nuo laukiamo požymių išsiskyrimo analizė

Letaliniai genai

Ketvirtajame dešimtmetyje buvo aptikta nauja juodsidabrių lapių spalva, pavadinta platinine. Sukryžminus tarpusavy platinines lapes, atsirasdavo ir platininių, ir juodsidabrių lapių santykiu 2 : 1. Šio reiškinio priežastis greit buvo išaiškinta. Jeigu platininės spalvos formą laikytume dominantiniu homozigotu, t. y. *AA*, o juodsidabrę recesyviniu homozigotu *aa*, tai visi hibridiniai pali-



Sidabrinių lapių platininės spalvos paveldimumas:
A — kailio platininės spalvos genas; *a* — jo normalus alelomorfas

kuonys turėtų būti vienodi *Aa* ir platininės spalvos. Tačiau tai nepasitvirtino: skirtingos spalvos palikuonių skaičiaus santykis buvo 1 : 1, t. y. priminė analizuojamojo kryžminimo atvejį: $Aa \times aa = 2Aa : 2aa$, arba $1Aa : 1aa$. Kryžminant platininės spalvos lapę su tokiu pat patinu, skirtingų palikuonių atsirado neįprastu santykiu 2 : 1. Tapo akivaizdu, kad platininė spalva yra dominantinė, bet teko spėti, jog ją nulemiantis veiksnys nuolat yra heterozigotinėje būklėje. Tokiu atveju, kryžminant heterozigotines lapes *Aa*, palikuonys turėjo skirtis požymiais pagal Mendelio dėsnį: $1AA : 2Aa : 1aa$, o išeidavo $2Aa : 1aa$; taigi homozigotinių platininių lapių *AA* niekada neatsirasdavo. Todėl buvo spėjama, kad jos neišgyvena ir žūva embrioninėje stadijoje. Vaikingų patelių skrodimas tai patvirtino.

Vadinasi, paveldimumo veiksnys, nulemiantis lapių platininę spalvą, yra dominantinis, bet susijęs su kažkokiu paveldimu organizmo vystymosi defektu. Individai, kurių šis genas yra homozigotinėje būklėje, neišgyvena. Ši išvada pagrįsta tuo, kad tik heterozigotinės platininės lapės normaliai vystosi ir dauginasi. Taigi žvėrių ūkiai, nežinantys šio požymio paveldėjimo pobūdžio ir bandantys veisti platinines lapes, kryžmindami jas tarpusavy, kiekvienoje kartoje netenka 25% prieauglio.

Toks pat paveldėjimo tipas buvo aptiktas, veisiant pilkas karakulines avis. Ir šiuo atveju, tarpusavy sukryžminus, skirtingų palikuonių skaičiaus santykis esti 2 : 1. Ėriukai, homozigotiniai pagal dominantinį alelį geno, nulemiančio širazi spalvą, nunyksta vos gimę dėl nepakankamo virškinamojo trakto išsivystymo.

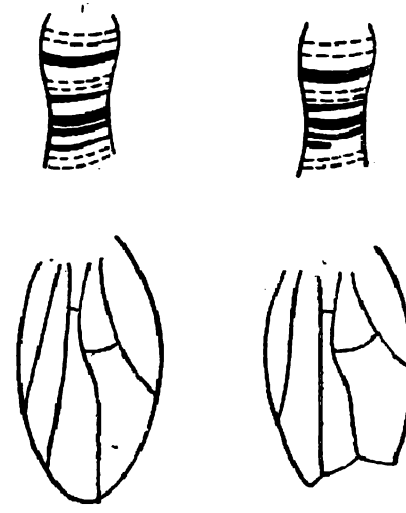
М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 119.

Genai ir požymiai

Vargu ar galima rasti kokio nors organizmo bent vieną požymį, kuris tam tikru laipsniu nebūtų veikiamas genotipo. Genai valdo augalų ir gyvūnų spalvą bei formą, gyvūnų sugebėjimą matyti, girdėti ir užuosti, nulemia žmogaus organizmo atsparumą patogeninėms bakterijoms ir bakterijų sugebėjimą užkrėsti žmogų. Jie veikia veršelio augimo, esant tam tikrai dietai, greitį, vaiko sugebėjimą mokytis ir žmogaus psichikos sutrikimo tikimybę, veikiant nervinei įtampai. Jie nulemia, ar turės valkčiadumblis žiuželius plaukiojimui ir ar augs mielių kultūra galaktozės terpėje. Genai veikia pačius svarbiausius ir pagrindinius gyvybinius procesus; jų poveikis ryškus visose vystymosi stadijose. Iš tikrųjų išgyvenimas nuo apvaisinimo momento iki gilios senatvės tam tikru laipsniu yra veikiamas genotipo. Pastebėta, kad viščiukų, žiurkių ir pelių mutantiniai genai pražudo gemalą, grubiai sutrikdydami tokių gyvybiškai svarbių organų, kaip griaučiai, smegenys, inkstai, vystymąsi. Nėra abejonės, kad šių genų normalūs aleliai veikia normalų organų vystymąsi. Taip pat neabejotina ir tai, kad panašūs genai veikia ir žmogaus embriono vystymąsi.

Pasekę organizmų gyvenimą, pastebime, kad pelių inbredinės linijos skiriasi vidutiniu individų amžiumi. Vargu ar galima abejoti, kad žmogaus gyvenimo trukmę daugiau ar mažiau nulemia genai, nors tiksliai atsakyti į šį klausimą sunku dėl didelio genetinio ir ekologinio žmonių kintamumo.

Matyt, dauguma genų absoliučiai būtini, kad organizmas gyventų. Bandomųjų gyvūnų arba augalų mažus chromosomų gabaliukus galima suardyti, pavyzdžiui, rentgeno spinduliais. Mėginimas išauginti individus, kurių abiejose homologinėse chromosomose trūktų vienodų fragmentų, retai kada baigiasi sėkmingai. Koks tas chro-



Drosofilos sparno formos pakitimas, trūkstant vieno geno

mosomos fragmentas bebūtų, jame beveik visada esama genų, be kurių išgyventi neįmanoma. Drosofilos pavyzdys rodo, kad gemalo vystymuisi iki skraidančio individo stadijos užtikrinti nors vienoje chromosomoje būtinai turi būti tokių, atrodytų, neesminių genų, nuo kurių priklauso akių spalva ir sparnų kraštų forma. Jeigu šie genai tik nežymiai veiktų išorinius požymius, šį faktą būtų sunku suprasti. Tačiau yra įtikinamų įrodymų, kad dauguma genų, jeigu ne visi, veikia daugelį požymių.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966. p. 224—225.

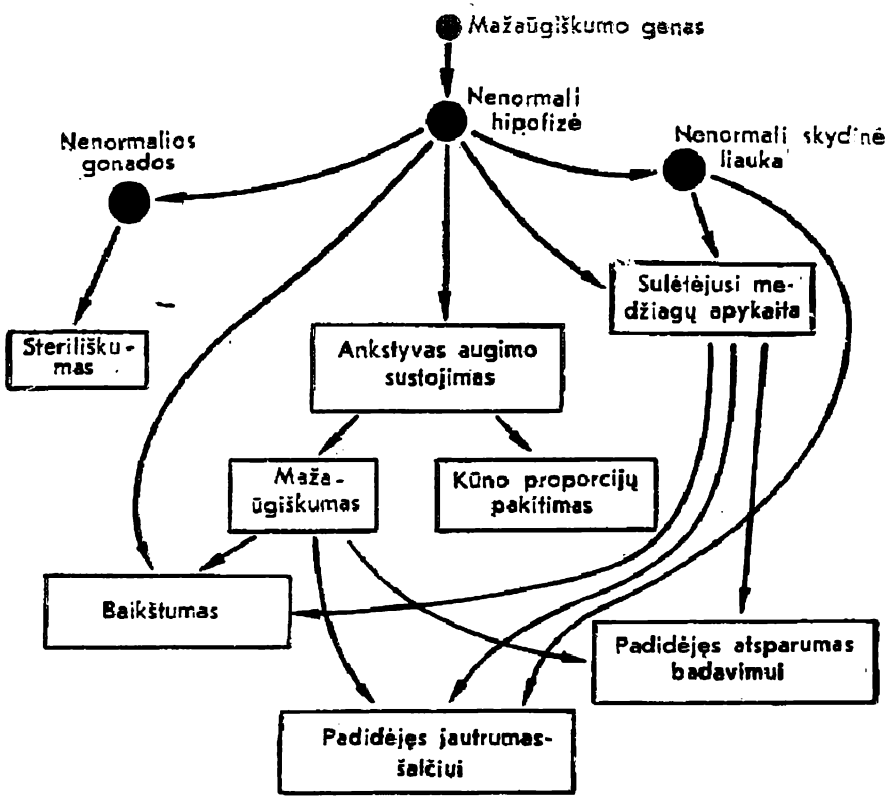
Pleotropija: vienas genas veikia kelis požymius

Pelių mažaūgiškumo paveldėjimas. 1929 m. Harvardo universiteto pelių fermoje atsirado keletas neužaugų. Jos nesidaugino, tačiau, sukryžminus tarpusavy tos pačios vados, kurioje atsirado neužaugų, peles, ketvirtoji dalis palikuonių būdavo neužaugos. Tai recesyvinio geno veikimo pasekmės. Homozigotinė pagal šį geną pelė nustodavo augusi antrosios savaitės pabaigoje arba truputį vėliau, ir jos masė paprastai tesiekdavo 6—8 g, kai tuo tarpu normalios pelės masė būdavo 20 ir daugiau gramų.

Ankstyvose vystymosi stadijose, netgi prieš nustojant augti, homozigotinius individus galima atskirti nuo tos pačios vados normalių pelių pagal bukus snukučius, trumpesnes ausytes ir uodegas. Normalios jaunos pelės yra judrios ir lengvai įjautrinamos, o neužaugos — baikščios ir vangios. Jos labai jautrios temperatūros svyravimams; tačiau, laikant jas normalios temperatūros sąlygomis, badavimą ištveria geriau, negu normalios pelės. Jų gyvenimo trukmė mažesnė, patinai ir patelės sterilūs [1]. Tiriant jų vidaus organus, pastebėta, kad didesnė vidaus sekrecijos liaukų dalis — skydinė liauka, hipofizė ir gonados [2] — mažesnės ir nenormalios sandaros. Yra žinoma, kad hipofizė — maža liauka smegenų apatinėje dalyje — valdo visų hormonų išskyrimą, todėl ji dažnai vadinama „vidaus sekrecijos liaukų šeimininke".

Kai kurie mokslininkai bandė paveldimą mažaūgiškumą gydyti hipofizės hormonais. Kiekvieną dieną žiurkės šviežio hipofizės audinio skiauteles įterpdavo po oda neužaugoms pelėms, jau nustojusioms augti. Gydymo efektas buvo nuostabus. Gydomi gyvūnėliai įgydavo normalią masę ir normalias kūno proporcijas, tapdavo guvūs, judrūs ir pradėdavo elgtis visais atžvilgiais kaip normalios pelės. Patinai tapdavo vislūs, o patelės likdavo sterilios, nors jų kiaušidės išsivystydavo iki įprasto dydžio ir sandaros. Visos vidaus sekrecijos liaukos, išskyrus vieną, pasidarydavo normalios.

[1] Sterilūs — negalintys daugintis. — *Sud.*
[2] Gonados — lytinės liaukos. — *Sud.*



Pleotropinis pelių mažaūgiškumo geno veikimas

Išimtis pasirodė hipofizė, visiškai nepasikeitusi dėl gydymo. To buvo galima laukti, jeigu svarbiausias defektas, sukeliantis visus kitus, yra pagrindinės liaukos. Reikalas tas, kad hipofizės implantavimas [1] gali stimuliuoti visų jam pavaldžių vidaus sekrecijos liaukų funkciją, bet negali pašalinti pačios hipofizės defekto.

Ten pat, p. 231, 232, 233.

Genų sąveika: vienas požymis priklauso nuo daugelio genų

Tarp dviejų nepriklausomų genų porų gali būti tokie santykiai, kai nė viena dominančių negali sukelti atitinkamo efekto, jei nedalyvauja antra dominantė. Tokios genų poros vadinamos komplementinėmis (viena kitą papildančiomis); kiekvie-

[1] Implantavimas (=transplantavimas) — audinių persodinimas. — *Sud.*

nos jų veikimas papildo kitos veikimą, ir tai nulemia fenotipinį efektą.

Esant abiem dominantėms, atsiranda vienas požymis, o priešingas jam atsiranda tais atvejais, kai trūksta bent vienos dominantės arba kai nėra jų abiejų. Kryžmindami kvapiuosius pelėžirnius, Betsonas ir Penetas nustebo, pamatę, kad sukryžmintos dvi baltažiedės formos davė vien tik raudonžiedžius palikuonis! Sukryžminus tarpusavy du F_1 augalus, F_2 pasirodė raudonžiedžiai ir baltažiedžiai augalai santykiu 9 : 7. Paaiškėjo, kad šiuo atveju veikia svarbūs du veiksniai: genas *C* kontroliuoja kažkokį esminį sintezės etapą, kuriame susidaro pradinis baltas produktas, o iš jo vėliau, veikiant fermentui, kurį kontroliuoja antrasis genas (*E*), pasigamina raudonas pigmentas. Homozigotinis recesyvinis augalas *cc* nesugeba susintetinti pradinio produkto, o homozigotinis recesyvinis augalas *ee* neturi fermento, kuris šį produktą paverčia raudonu pigmentu. Šiuo konkrečiu kryžminimo atveju viena kvapiojo pelėžirnio baltažiedžių formų turėjo *ccEE* genotipą, vadinasi, ji neturėjo geno, kontroliuojančio pradinio produkto sintezę, o kitos genotipas buvo *CCee* ir ji neturėjo geno, reikalingo pigmentui susidaryti. Sukryžminus *ccEE* × × *CCee*, gauti F_1 augalai *CcEe*, kurie visi fenotipiškai buvo raudonžiedžiai, nes jie sintetino ir pradinį produktą, ir pigmentą. Kai šie F_1 augalai buvo sukryžminti tarpusavy, F_2 pasirodė raudonžiedžiai ir baltažiedžiai augalai santykiu 9 : 7. Iš kiekvienų 16 augalų 9 turėjo bent vieną *C* ir vieną *E* geną, ir tokių augalų žiedai buvo raudoni, o kiti 7 neturėjo arba *C*, arba *E* geno, arba jų abiejų, ir tokie augalai buvo baltažiedžiai. Antrosios palikuonių kartos santykis 9 : 7 visada gaunamas tais atvejais, kai kryžminami organizmai, besiskiriantys komplementiniais genais.

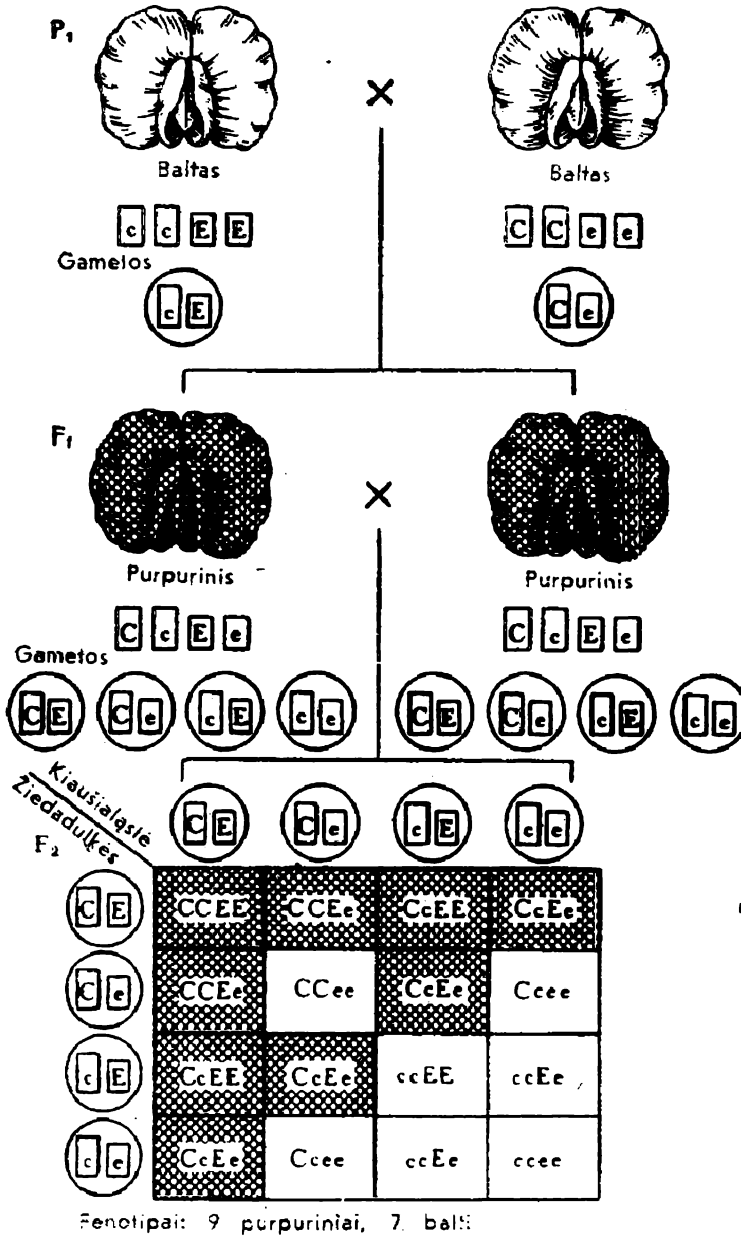
Pastovią raudonžiedžio kvapiojo pelėžirnio formą galima išvesti, atrinkus ir sukryžminus tarpusavy du *CCEE* augalus.

К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 50).

Kiekybiniai požymiai

Tokių organizmo savybių, kaip augimo tempas, gyvūno masė, vištų dėslumas, galvijų pieno kiekis ir jo riebumas, avių vilningumas, baltymų kiekis kukurūzų ir kviečių grūdo endosperme, vitaminų kiekis augaluose, biocheminių reakcijų greitis, gyvūnų nervinės veiklos savybės ir kt., neįmanoma tiksliai suskirstyti į fenotipines klases, jas reikia matuoti, sverti, skaičiuoti, t. y. įvertinti kiekybiniu požiūriu. Tokie požymiai dažniausiai vadinami kiekybiniais arba matuojamaisiais.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 168.



Kryžminimo, iliustruojančio, kaip veikia komplementiniai genai, nulemiantys kvapiojo pelėžirnio žiedų spalvą, schema

Polialelizmas

Iki šiol nagrinėjome tik dvejopus genus: dominantinius ir recesyvinius. Tačiau daugelis genų turi daugiau negu du alelius: be dominantinio ir recesyvinio, gali būti dar vienas arba keli tarpiniai genai, sudarantys seriją. Vieno lokuso trejetas ir daugiau būklių, nulemiančių skirtingus fenotipus, vadinamas *polialelizmu*. Vienos rūšies atstovai alelius paveldi taip, kad kiekvienas individas gali gauti bet kuriuos du jų, tik jokiu būdu ne daugiau. Pavyzdžiui, triušio genas *C* nulemia tam tikrą kailio spalvą, o homozigotinio recesyvo *cc* kailis būna baltas. Tame pačiame lokuse yra du kiti genai — c^h ir c^{ch}, paveldimi taip, kaip aleliai *C* ir *c*. Homozigotinio pagal geną c^h triušio kailis yra „himalajinio" tipo: jis visas baltas, tik ausų, nosies, uodegos ir kojų galiukai spalvoti. Triušis, homozigotinis pagal geną c^{ch}, yra „šinšilinės" spalvos: jis visas šviesiai pilkas. Šiuos genus galima išdėstyti tokia tvarka: *C*, c^{ch}, c^h, *c*, kur kiekvienas dominuoja po jo einančių genų atžvilgiu ir yra recesyvinis visų prieš jį einančių genų atžvilgiu. Taigi c^hc genotipo triušis turės himalajinį fenotipą. Kitose polialelių serijose genų dominavimas gali būti nepilnas, taigi heterozigotų fenotipas bus tarpinis tėvų fenotipų atžvilgiu.

К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 503.

Genai ir chromosomos

Geno vieta chromosomoje

Chromosomą galima palyginti su siūlu, ant kurio suvertas vėrinys. Atskiri vėrinio karoliukai — tai mažytės chromosomų dalys, lokusai arba, kitaip tariant, genai, kurių kiekvienam būdingos kitos savybės. Jie nepanašūs vienas į kitą, ir kiekvienas jų specifiškai veikia ląstelės fiziologiją bei organizmo vystymąsi, kontroliuoja griežtai apibrėžtą procesą. O genų kompleksas, būdingas pilnam chromosomų rinkiniui, „valdo" ląstelės veiklą, kaip elektroninės smegenys — plieno lydytojas — marteno krosnies darbą. Taigi chromosomų lokusai yra tarytum elementarūs paveldimumo vienetai, todėl jie ir pavadinti genais (graikiškai „genos" — kilmė).

Mūsų atveju genas — tai atskiras karoliukas. Kai tūkstančiai karoliukų „susiveria" į vėrinį, susidaro chromosoma. Taip atrodo, žiūrint pro mikroskopą, vaisinės muselės (drosofilos) seilių liaukų ląstelėse esančios chromosomos. Drosofilos chromosomos yra labai didelės...

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966, p. 9—10.

Politeninės chromosomos

...Politeninės chromosomos turi daugelį morfologinių ypatybių. Kiekviena politeninė chromosoma sudaryta iš daugiau kaip 1000 chromonemų [1], ir jų preparatuose galima pastebėti netgi atskirus siūlus. Spėjama, kad jie esti spiralizuoti. Ši spiralizacija nevienoda išilgai chromosomos ašies. Chromonemos išilgai ašies taip pat nevienodos nei chemine sudėtimi, nei struktūra. Todėl siūlas yra tam tikros būdingos išvaizdos. Chromonemų reduplikacijos metu chromosomose išryškėja sustorėjimai (diskai), kurie atsiranda dėl tankesnės lokalinės spiralizacijos arba dėl to, kad šiose chromosomų vietose yra granulių. Galbūt esama ir kitų priežasčių, dėl kurių atsiranda diskų storio ir morfologijos skirtumai. Diskai gali skirtis ir dydžiu, ir sandara.

Homologams normaliai konjuguojant, identiški diskai atsiduria vienas priešais kitą. Šių skirtingos morfologijos diskų seka yra griežtai pastovi. Jų pobūdį ir seką galima tiksliai nustatyti įvairiose ląstelėse ir skirtingų organizmų tam tikromis vystymosi stadijomis. Kiekvienai rūšiai būdingas savitas diskų formos ir jų išsidėstymo „raštas", pagal kurį preparate galima tiksliai rasti kiekvieną chromosomų porą.

Svarbiausias politeninių chromosomų tyrimo rezultatas buvo tas, kad atskirų genų vietą, nustatytą grynai genetiniu metodu, pavyko susieti su tam tikromis politeninių chromosomų vietomis. Kai kurie genai pasirodė prigludę prie tam tikrų diskų. Tačiau patys diskai nėra genai.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 46, 47.

Sukibusių genų paveldėjimas

Sukibimo reiškinį 1906 m. pastebėjo V. Betsonas ir R. Penetas, atlikdami bandymus su kvapiuoju pelėžirniu. Kryžmindami dvi jo formas, kurios skyrėsi dviem požymių poromis — žiedadulkių forma ir žiedo spalva, Betsonas ir Penetas F_2 nepastebėjo laukiamo požymių išsiskyrimo santykiu 9 : 3 : 3 : 1. Požymiai nebuvo paveldimi nepriklausomai, jie tarytum „stengėsi" pasilikti pradiniais, tėviniais deriniais, o jų genai — patekti į tą pačią gametą. Autoriai šį reiškinį pavadino trauka.

Suprasti šio reiškinio esmę buvo galima tik po to, kai T. Morganas ir jo bendradarbiai A. Stertevantas, H. Maleris, K. Bridžesas ir kiti paskelbė savo darbus. T. Morganas sukūrė ir terminą „genų sukibimas" chromosomoje, ir išaiškino šį reiškinį. Jis nustatė, kad sukibimo priežastis yra chromosoma. Redukcinio ląstelės dalijimosi atveju chromosoma yra atskiras materialus ir funkcinis vie-

[1] Chromonema — pluoštas nukleoproteino siūlų, iš kurių susideda chromosoma. — *Sud.*

netas. Taigi visi genai, esantys toje pačioje chromosomoje, yra susieti tarpusavyje chromosomos medžiaga, jos sandara ir elgesiu mejozėje. Sukibimą galima pastebėti bet kurioje chromosomoje, turinčioje genų.

...Kaipgi genetiniais metodais atskirti sukibusių genų paveldėjimą nuo nesukibusių, laisvai susigrupavusių genų paveldėjimo? Klausimui išaiškinti iš pradžių patogiau išnagrinėti kraštutinį dėsningumo pasireiškimą.

Prisiminsime, kad jeigu du genai visiškai sukibę, dihibridas

$$\frac{AB}{ab}$$

duos tik dviejų tipų gametas (pusė jų bus *AB*, kita pusė — *ab*), o nepriklausomo paveldėjimo atveju diheterozigotas

$$\frac{A}{a}\ \frac{B}{b}$$

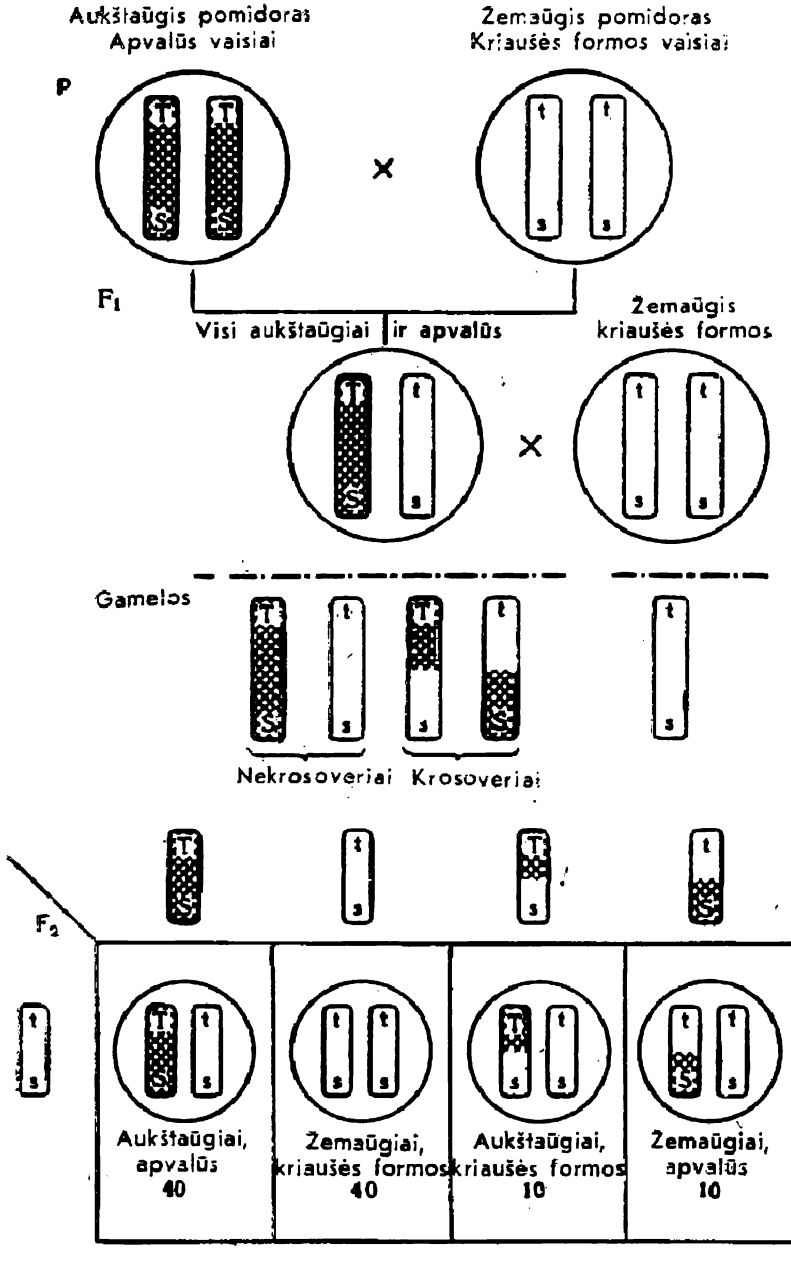
sudarys po lygiai keturių tipų gametas: *AB, Ab, aB, ab*. Šis visiškai sukibusių ir nepriklausomai paveldimų genų elgesio skirtumas išryškėja analizuojamojo kryžminimo atveju. Požymių išsiskyrimas šiuo atveju kaip tik ir rodo, ar genai yra sukibę, ar peveldimi nepriklausomai.

Ten pat, p. 228.

Sukibimas ir susikeitimas

Chromosomos iš kartos į kartą perduodamos kaip ištisi vienetai, t. y. konjuguodamos ir išsiskirdamos mejozėje nesuyra. Todėl visi genai, esantys vienoje chromosomoje, paveldimi kartu. Jeigu atskiros chromosomos genai visada būtų paveldimi kartu arba, kitaip tariant, jeigu chromosominiai vienetai niekada nesikeistų, tai sukibimas būtų absoliutus. Tačiau, vykstant mejozei, sinapsės [1] metu homologinės chromosomos susikeičia ištisais fragmentais; tasai procesas vadinamas *krosingoveriu* arba *susikeitimu*. Šie mainai vyksta atsitiktinai ir yra vienodai galimi bet kurioje chromosomos vietoje. Vieno mejozinio dalijimosi metu gali įvykti keli tokie susikeitimai skirtingose tos pačios chromosomos vietose. Kaip buvo nustatyta genetiniais bandymais, keitimasis dalimis vyksta tuo metu, kai homologinių chromosomų pora susideda iš keturių siūlų, arba, kitaip tariant, po to, kai kiekviena chromosoma padvigubėja. Keičiantis dalimis, du iš keturių siūlų tarytum nutrūksta, o paskui, susikeitus fragmentais, vėl susijungia. Tačiau dar tikrai nežinoma, ar šis keitimosi mechanizmas yra susijęs su trūkimu ir susijungimu. Kadangi mainai fragmentais vyksta bet kurioje chromosomos vietoje ir yra atsitiktinio

[1] Sinapsė — chromosomų konjugacija profazės metu. — *Sud.*



Kryžminimo, esant sukibimui ir susikeitimui, schema.
Genai, nulemiantys pomidorų aukštaūgiškumą arba žemaūgiškumą ir vaisių apvalią arba kriaušės formą, sukibę; jie yra vienoje chromosomoje

pobūdžio, tai, juo didesnis atstumas tarp dviejų genų, juo didesnė tikimybė, kad jie gali susikeisti vietomis.

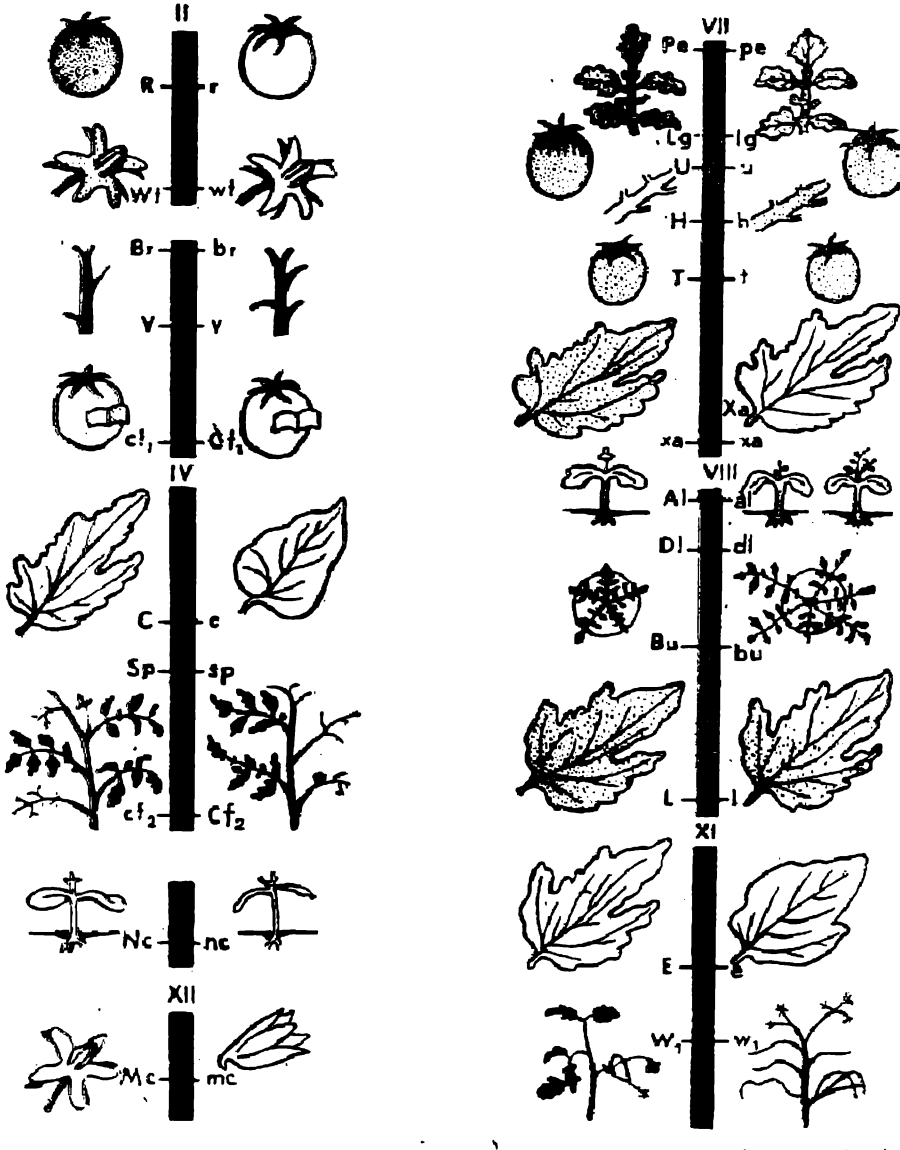
Pomidorų genai *T* (aukštas augalas) ir *t* (žemas augalas), *S* (apvalūs vaisiai) ir *s* (kriaušės formos vaisiai) — visi yra toje pačioje chromosomoje, taigi tarpusavy sukibę. Genas *T* yra vienaname chromosomos gale, genas *S* — kitame. Homozigotinį augalą *TTSS* sukryžminus su kitu homozigotiniu augalu *ttss*, visi palikuonys bus heterozigotai (*TtSs*), aukšti augalai, vedantys apvalius vaisius. Vadinasi, kol kas šis kryžminimas niekuo nesiskiria nuo tokio, kai genai yra skirtingose chromosomose. Skirtumai atsiranda tada, kai vienas iš heterozigotinių F_1 augalų sukryžminamas su homozigotiniu recesyvu *ttss*. Jeigu šie genai nebūtų sukibę, t. y. būtų skirtingose chromosomose, tai palikuonių požymiai išsiskirtų tokiu santykiu: 1 aukštas, vedantis apvalius vaisius : 1 žemas, vedantis apvalius vaisius : 1 aukštas, vedantis kriaušės formos vaisius : 1 žemas, vedantis kriaušės formos vaisius. Jeigu šie genai būtų visiškai sukibę ir nesikeistų, išaugtų tik aukšti augalai, vedantys apvalius vaisius, ir tik žemi, vedantys kriaušės formos vaisius, be to, jų būtų po lygiai. Netgi įvykus susikeitimui, aukšti augalai, vedantys apvalius vaisius, ir žemi, vedantys kriaušės formos vaisius, sudarytų daugumą palikuonių (nekrosoveriai), ir tik tas nedaugelis augalų, kurių chromosomose *T* ir *S* genai susikeitė, bus arba aukšti ir ves kriaušės formos vaisius, arba žemi ir ves apvalius vaisius (krosoveriai). Toks susikeitimas būdingas tik 20 procentų palikuonių, taigi požymiai išsiskiria ir skirtingų augalų atsiranda tokiu santykiu: 40 aukštų, vedančių apvalius vaisius : 40 žemų, vedančių kriaušės formos vaisius : 10 aukštų, vedančių kriaušės formos vaisius: 10 žemų, vedančių apvalius vaisius. Atstumo tarp dviejų toje pačioje chromosomoje esančių genų vienetu laikomas toks jų susikeitimo dažnis, kuris duoda 1% palikuonių krosoverių. Todėl atstumas tarp *T* ir *S* genų laikomas 20 vienetų.

К. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, р. 504—505.

Chromosomų genolapiai

Susikeitimo duomenys įrodo, kad genai chromosomoše išsidėstę linijine seka. Jeigu trys genai *A*, *B* ir *C* yra toje pačioje chromosomoje ir kryžminimai rodo, kad *A* ir *B* susikeičia 5% dažniu, o *B* ir *C* — 3% dažniu, tai *A* ir *C* susikeitimo procentas yra lygus arba 8, arba 2. Jei jis lygus 8, *C* yra į dešinę nuo *B*, ir genų seka bus tokia:

$$\overbrace{\underbrace{A}_{5\%}\ \underbrace{B\ C}_{3\%}}^{8\%}$$



Kai kurių pomidorų chromosomų genolapiai, kuriuose iliustruojami požymiai, nulemiami nurodytų genų

Jeigu jis lygus 2, *C* yra tarp *A* ir *B*, ir genų seka bus tokia:

$$\overset{5\%}{\overbrace{\underbrace{A \quad C}_{2\%} \quad \underbrace{B}_{3\%}}}$$

Kaip ten bebūtų, pirmojo ir trečiojo geno susikeitimo dažnis yra lygus arba pirmojo ir antrojo bei antrojo ir trečiojo susikeitimo

dažnių sumai, arba skirtumui. Šiuos tarpusavio santykius galima paaiškinti, tik padarius prielaidą, kad genai chromosomoje išsidėstę linijine seka.

Kadangi genų susikeitimai būna atsitiktiniai, tai vienoje chromosomoje tuo pačiu metu gali vykti ne tik vienas, bet ir du, trys, keturi ir daugiau susikeitimų...

Remiantis duomenimis apie įvairių genų, esančių tam tikroje chromosomoje, susikeitimo dažnį, galima sudaryti *chromosomos genolapį*. Iš sudarytų chromosomų genolapių detaliausi yra vaisinės muselės, kuri teturi iš viso keturias chromosomų poras ir yra geriau ištirta už kitus organizmus [1].

Ten pat, p. 505.

Genetinė lyties determinacija

Lyties nulėmimo tipai

Reikėtų griežtai skirti lyties nulėmimo ir jos vystymosi procesus. Lytis gali būti nulemiama įvairiose dauginimosi ciklo fazėse. Zigotos lytis gali būti nulemta, dar brėstant moteriškosioms gametoms — kiaušialąstėms. Toks lyties nulėmimas vadinamas programiniu... Jis pastebėtas verpečių, amarų ir pirminių žieduotųjų kirmėlių Dinophilus. Kadangi, vykstant oogenezei, citoplazma pasiskirsto netolygiai, šių gyvūnų kiaušialąstės dar prieš apvaisinimą esti skirtingo dydžio. Pavyzdžiui, Dinophilus kiaušinių kapsulėje susidaro dvejopi kiaušiniai: stambūs ir smulkūs. Po apvaisinimo iš stambių išsivysto tik patelės, iš smulkių — tik patinai.

Labiausiai paplitęs lyties nulėmimo tipas yra singaminis. Šiuo atveju lytis nulemiama, apvaisinimo metu susiliejant gametoms (žinduolių, paukščių, žuvų ir kt.).

Yra žinoma atvejų, kai lytis būdavo nulemiama po apvaisinimo, individualaus vystymosi metu (jūros kirmėlės Bonellia viridis ir kt.). Šis apvaisinimo tipas buvo pavadintas epigaminiu.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 181, 182.

Ypač įdomus pavyzdys yra jūros kirmėlė Bonellia viridis. Šios rūšies patelės yra maždaug slyvos dydžio, jos turi ilgą, panašų į straublį organą, o patinai labai redukuoti ir tėra vos kelių milimetrų ilgio. Patinai gyvena patelės gimdoje, matyt, atlikdami vienintelę funkciją — apvaisindami kiaušinius, o tai tokiomis sąlygomis visiškai lengva. Iš apvaisintų kiaušinių išsivysto laisvai plaukiojanti lerva, kuri, tam tikrą laiką pagyvenusi laisvai,

[1] Yra sudaryti kukurūzų, žioveinių, miežių, ryžių, pomidorų, naminės pelės chromosomų genolapiai. — *Sud.*

nusileidžia ir prisitvirtina arba prie dugno, arba prie lytiškai subrendusios patelės straubliuko. Iš lervų, nusileidusių ir prisitvirtinusių prie dugno, išsivysto patelės. Jeigu lervoms atsitiktinai pavyksta prisitvirtinti prie patelės straubliuko, iš jų išsivysto patinai, kurie pamažu prasiskverbia į moteriškus lytinius organus ir gyvena ten kaip parazitai.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 149—150.

Chromosominė lyties determinacija

Organizmo priklausomybė vienai ar kitai lyčiai gali būti nulemta citologiškai.

Pavyzdžiui, visos žmogaus, žinduolių, žuvų, drosofilos, dvinamių augalų vyriškų individų somatinės ląstelės, be autosomų, dar turi dvi nevienodo dydžio ir formos lytines chromosomas. Viena jų pavadinta *X* chromosoma ir žymima tiesiu brūkšneliu (—), kita — *Y* chromosoma, žymima nepilna rodykle (→). Šių organizmų moteriškieji egzemplioriai turi dvi vienodas lytines *X* chromosomas. Lytis, kurios gametos lytinių chromosomų atžvilgiu yra vienodos (*X* ir *X*), vadinama homogametine. Lytis, kurios gametos lytinių chromosomų atžvilgiu yra skirtingos (*X* ir *Y*), vadinama heterogametine. Daugelis blakių, vabalų, vorų, šimtakojų visiškai neturi *Y* chromosomos. Tokie patinai žymimi *XO*, pusė jų gametų turi *X* chromosomą „patelei“, o kita pusė lytinės chromosomos visiškai neturi —„patinui“. Susijungdamos su kiaušialąstėmis, kurios turi *X* chromosomą, jos sudarys pusę vyriškųjų ir pusę moteriškųjų zigotų. Toks pat lyčių santykis 1 ir 1 esti organizmų, turinčių vyriškąją *XY* lytį. Įvairių organizmų (iš jų ir žmogaus) palikuonių lyčių santykio statistinių tyrimų rezultatai buvo panašūs.

Moteriškoji lytis irgi gali būti heterogametinė (*XY*). Tokia yra drugių, kai kurių žemuogių rūšių moteriškoji lytis. Šiuo atveju homogametinė yra vyriškoji lytis (*XX*).

Sud.

Lyties nulėmimas, kai patinai haploidiniai

Visų vabzdžių, priklausančių plėviasparnių būriui (taip pat ir naminės bitės), lytis nulemiama visiškai kitaip. Šios grupės, taip pat kai kurių kitų vabzdžių patelės esti *diploidinės*, o patinai — haploidiniai. Kitaip tariant, patinai, palyginti su patelėmis, turi perpus mažiau chromosomų. Patelių chromosomų rinkinys yra normalus, t. y. jos turi po dvi kiekvieno tipo chromosomas, o patinai turi tik po vieną kiekvieno tipo chromosomą. Tačiau haploidiškumas būdingas tik vadinamojo *gemalinio kelio* ląstelėms, t. y. toms, iš kurių išsivysto gametos. Visose kitose patinų kūno

dalyse, pavyzdžiui žarnyne, raumenyse ir kraujo apytakos sistemoje, chromosomų skaičius yra pakartotinai padvigubėjęs ir tapęs diploidiniu. Dėl to patinų kūno dydis ir gyvybingumas yra normalūs.

Mejozės metu nevyksta patinų chromosomų skaičiaus redukcija, todėl jų lytinės ląstelės turi tiek pat chromosomų, kaip ir gemalinio kelio ląstelės. Kadangi šios ląstelės jau turi haploidinį chromosomų rinkinį, antrinė redukcija būtų tiesiog nereikalinga.

Patelių mejozė, atvirkščiai, vyksta normaliai, t. y. jos metu redukuojasi chromosomų skaičius. Pirminis patinų haploidiškumas susijęs su tuo, kad jie išsivysto iš neapvaisintų kiaušinių, todėl ir turi perpus mažiau chromosomų. Kitų organizmų tokie kiaušiniai paprastai negali vystytis, bet plėviasparnių neapvaisintų kiaušinių vystymasis, nors tai ir nuostabu, yra įprastas reiškinys.

A. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир». 1967. p. 156. 157.

Naminių gyvulių su lytimi susijusių požymių paveldėjimo pavyzdžiai

Geltoną ir juodą kačių spalvą nulemia su lytimi susijusių alelomorfų pora. Heterozigotinėje būklėje jie duoda aiškiai trispalvį plauką. Kadangi kačių, kaip ir visų žinduolių, patinas turi *XY* lytį, tai tik patelės gali būti heterozigotinės (trispalvio plauko). Labai retai pasitaikantys trispalviai katinai nevaisingi. Manoma, kad jų genotipas yra *XXY*.

Trispalvė katė (*Bb*), sukryžminta su bet kokiu katinu, gali turėti ir juodų (*BY*), ir rudų (*bY*) katinukų. Jeigu ji sukryžminta su juodu katinu, katytės bus juodos (*BB*) arba trispalvės (*Bb*); jeigu su rudu,— gims rudos (*bb*) ir trispalvės (*Bb*) katytės.

Ar katytė gims juoda ar ruda, vienodai priklauso nuo abiejų tėvų genotipo; ar katinukas bus juodas ar rudas, priklauso tik nuo motinos genotipo.

Viščiukų lytį galima nustatyti pagal genų porą: sidabriškumo (*S*, dominantinį) ir auksaspalviškumo (*s*, recesyvinį). Auksaspalvį gaidį (*ss*, pavyzdžiui, rudą leghorną) sukryžminus su sidabriška višta (*SY*, pavyzdžiui, baltu viandotu), gaunamos auksaspalvės vištelės (*sY*) *ir* sidabriški gaidžiukai (*Ss*). Auksinę ir sidabrinę spalvą lengva nustatyti pagal pūkus, tai ir leidžia paukštininkams apsieiti be specialisto, kuris paprastai kviečiamas padėti nustatyti viščiukų lytį.

Yra dar vienas metodas, nereikalaujantis kryžminti skirtingų veislių,— tai su lytimi susijusio geno panaudojimas. Šio geno dėka juodoje suaugusio paukščio plunksnų dangoje atsiranda baltos juostos ir pūkinių plunksnų baltos dėmės. Gaidžių, kurie turi du tokius genus, juostos platesnės, negu vištų, teturinčių tik vieną geną. Panašūs skirtumai yra ir pūkinių plunksnų. Šio geno

įjungimas į kelių veislių genotipus leido sukurti veisles, kurių lytis yra „savilėmė". Tai vadinamosios Kambaro, Ankobaro ir Legbaro veislės.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 143, 144.

Lyties apribotų požymių paveldėjimas

Reikia griežtai skirti lyties nulėmimą nuo lytinės diferenciacijos. Lyties nulėmimas — tai mechanizmas, pagal kurį pasiskirsto chromosomos atitinkamai pirmajam Mendelio dėsniui. Lytinė diferenciacija — grandinė vystymosi procesų, po kurių genetiškai nulemta lytis pasireiškia būdingų jai struktūrų, funkcijų ir elgesio sistemų pavidalu. Lyties nulėmimas baigiasi apvaisinant. Lytinė diferenciacija vyksta per visą embrioninį periodą, vaikystę ir pauglystės metus. Įvairūs pažeidžiantys veiksniai, ypač hormonai, gali iškreipti normalią diferenciacijos eigą, ir dėl to genetinė lytis pilnutinai nepasireiškia, net gali įgyti priešingos lyties bruožų.

Ten pat, p. 132.

Lyties apribotais požymiais vadinami tokie, kuriuos turi tiktai arba daugiausia viena lytis, nors genus, nuo kurių priklauso tas požymis, turi abi lytys. Šie genai gali būti bet kurioje chromosomų poroje, taigi jie nesusiję su lytinėmis chromosomomis.

Tipiškas lyties apriboto požymio pavyzdys — tai karvių sugebėjimas duoti pieną. Buliai turi įvairių genų, veikiančių jų moteriškos lyties palikuonių pieningumą, bet, aišku, patiems buliams šie genai negali pasireikšti.

Šiuo atveju turime kiekybinį požymį; bet ir kokybiniai požymiai taip pat gali būti apriboti lyties (pavyzdžiui, ragų buvimas ar nebuvimas). Koks nors genas gali nulemti ragų vystymąsi vyriškosios lyties individams, bet būti neefektingas moteriškosios lyties individams, nes patelės lytiniai hormonai neleidžia pasireikšti šiam genui.

Tai pačiai kategorijai priklauso vadinamieji antriniai žmogaus lytiniai požymiai. Motinos turimi genai gali veikti jos sūnų barzdos augimą, bet jie nepasireiškia dukterims, bent jau tais atvejais, kai jų lytiniai hormonai funkcionuoja normaliai.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 173.

Duomenų apie su lytimi susijusių požymių paveldėjimą praktinė reikšmė

Lyties reguliavimo problemą pavyko išspręsti bandymais su šilkverpiu. Kai kurių gyvūnų, kuriems būdingas principiniu požiūriu tas pats anksčiau aprašytasis lyties paveldėjimo mechaniz-

mas, patinų ir patelių chromosomų struktūros susikeitė vietomis... Jų patelių formulė bus *Zω*, o patinų — *ZZ*...

TSRS MA narys korespondentas Borisas Astaurovas pasirinko kitą būdą. Jis nusprendė visiškai pašalinti branduolius iš visų kiaušialąsčių, nesvarbu, ar jos turi *Z* ar ω chromosomas. Tam tikslui jis panaudojo radiaciją ir temperatūrinius šokus, kurie sunaikindavo branduolį, bet nepažeisdavo citoplazmos. Tokios bebranduolės kiaušialąstės buvo apvaisinamos spermatozoidais, turinčiais *Z* chromosomą. Kadangi normalus šilkverpio vystymasis įmanomas tik esant diploidiniam chromosomų skaičiui, haploidinis rinkinys, atneštas spermatozoido, reguliavimosi dėka padvigubėja; visos chromosomos, iš jų ir *Z* chromosoma, tampa porinės. Iš tokių kiaušinių turi išsivystyti patinai. Bandymai parodė, kad visada tokiais atvejais iš jų ir išsirisdavo tik patinai. Štai kaip, reguliuojant chromosominį paveldimumą, galima gauti pageidaujamą palikuonių lytį.

Patinų panaudojimas šilko pramonėje turi didelę praktinę reikšmę: jų kokonuose 30 procentų daugiau šilko, negu patelių. Bet B. Astaurovo metodas, nors ir reikšmingas moksliniu požiūriu, ekonomiškai neapsimoka. Todėl buvo rastas kitas būdas, įgalinantis atrinkti pramonei tik patinus. Šis uždavinys buvo išspręstas, išvedus naujas, žymėtas pagal lytį veisles. Būsimi patinai ir patelės skirdavosi kiaušinių (grenos), sudėtų šilkverpio patelės, stadijoje; šie kiaušiniai buvo dviejų spalvų: šviesūs, iš kurių išsirisdavo patinai, ir tamsūs, iš kurių išsirisdavo patelės.

Genų pažymėta grena puikiai pasitarnavo gamybai. Tačiau kaip ji buvo pažymėta? A. Strunikovas iš Taškento šilkininkystės instituto to pasiekė radiacija. Paprastai šilkverpio kiaušiniai esti šviesūs. Tačiau pastebėta mutacija, sukelianti grenos patamsėjimą. Ši mutacija buvo lokalizuota vienoje iš autosomų ir todėl vienodai pasireikšdavo ir patinams, ir patelėms, t. y. mutacija slypėjo ne lytinėje chromosomoje ir niekaip nebuvo susijusi su lytimi. Ką daryti? A. Strunikovas apšvitino pateles. Rentgeno spinduliai „persodino" chromosomos dalį su tamsios spalvos genu iš paprastos chromosomos (autosomos) į patelės ω chromosomą. Dėl to tokios patelės tamsią kiaušinių spalvą ėmė perduoti tik patelėms.

Mašina su fotoelementu atrenka šviesius kiaušinius, iš kurių išsivysto tik patinai, pramoniniam šėrimui. Šilko išeigą A. Strunikovo metodo dėka pavyko padidinti 39 procentais.

B. Astaurovo ir A. Strunikovo darbai — nuostabus mokslo laimėjimas. Tai himnas ateičiai, kai genetikai sugebės sudaryti gyvūnų organizmų vystymosi planą ir realizuoti jį laboratorijose.

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1965, р. 98—100.

Kintamumo dėsningumai

Kintamumas ir jo formos

Biologai skiria paveldimą ir nepaveldimą kintamumą. Paveldimam kintamumui priskiriami tokie organizmo požymių pakitimai, kuriuos nulemia genotipas ir kurie išlieka daugelyje kartų. Nepaveldimam kintamumui, kuris Darvino buvo pavadintas apibrėžtu, o dabar vadinamas modifikuotu arba fenotipiniu kintamumu, priskiriami organizmo požymių pakitimai, neišliekantys lytiškai dauginantis.

Paveldimas kintamumas keičia organizmo genotipą, nepaveldimas — fenotipą.

Individualaus gyvenimo eigoje dėl aplinkos veiksnių įtakos organizme gali atsirasti du kitimų tipai: vienu atveju pakinta funkcionavimas, genų veikimas formuojantis požymiams, kitu atveju — pats genotipas...

...Susipažinome su paveldimu kintamumu, atsirandančiu dėl genų derinių ir tarpusavio sąveikos. Genų kombinacija vyksta dėl dviejų procesų: 1) chromosomų nepriklausomo pasiskirstymo, vykstant mejozei, ir jų atsitiktinio susijungimo apsivaisinant; 2) chromosomų susikeitimo ir genų rekombinacijos. Paveldimą kintamumą, nulemiamą genų kombinacijos ir rekombinacijos, priimta vadinti kombinuotu. Tokio kintamumo atveju genai nepakinta,— keičiasi jų derinys ir sąveikos pobūdis genotipo sistemoje. Tačiau į šį paveldimo kintamumo tipą reikia žiūrėti kaip į antrinį reiškinį, o pirminiu laikytinas mutacinis geno pasikeitimas.

Natūraliosios atrankos šaltinis yra paveldimi pakitimai — ir genų mutacijos, ir jų rekombinacijos.

Modifikuoto kintamumo vaidmuo organizmų evoliucijoje yra ribotas. Pavyzdžiui, jeigu to paties augalo, pavyzdžiui žemuogės, vegetatyvinius ūglius išaugintume skirtingomis drėgmės, temperatūros, apšvietimo sąlygomis, skirtingame dirvožemyje, tai, nors ir vienodas jų genotipas, jie būtų skirtingi. Veikiant įvairiais kraštutiniais veiksniais, galima sukelti dar didesnius jų skirtingumus. Tačiau iš sėklų, surinktų nuo tokių augalų ir pasėtų vienodomis sąlygomis, išaugs vienodo tipo, jeigu ne pirmosios, tai kitų kartų palikuonys. Organizmo požymių pakitimai, sukelti aplinkos veiksnių ontogenezėje, išnyksta, jam mirus.

...Mutaciniai pakitimai būtinai susiję su lytinių ir somatinių ląstelių reprodukuojančių struktūrų persitvarkymu. Mutacijos nuo modifikacijų iš esmės skiriasi tuo, kad mutacijos gali tiksliai reprodukuotis ilgoje ląstelių kartų eilėje nepriklausomai nuo aplinkos, kurioje vyksta ontogenezė, sąlygų. Taip yra todėl, kad mutacijų atsiradimas susijęs su unikalių ląstelės struktūrų — chromosomų — kitimu.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 285, 286.

Įgytų požymių paveldimumo problema

Kintamumo vaidmens evoliucijoje klausimu biologijoje vyko ilga diskusija dėl įgytų požymių paveldimumo problemos, kurią 1809 m. iškėlė Ž. Lamarkas, iš dalies priėmė Č. Darvinas ir kurios šalininkų biologų tarpe esama ir dabar. Tačiau absoliuti dauguma mokslininkų patį šios problemos iškėlimą laikė nemokslišku. Be to, reikia pasakyti, jog supratimas, kad įgimti organizmo pakitimai atsiranda dėl adekvačios[1] aplinkos veiksnio įtakos, yra visiškai absurdiškas. Mutacijos vyksta įvairiausiomis kryptimis; jos negali būti pritaikomojo pobūdžio pačiam organizmui, nes atsiranda atskirose ląstelėse ir pasireiškia tiktai palikuonims. Ne veiksnys, sukėlęs mutaciją, o tik atranka įvertina jos pritaikomąją reikšmę. Kadangi evoliucijos kryptį ir tempą nulemia natūralioji atranka, o šią kontroliuoja daugelis vidinės ir išorinės aplinkos veiksnių, tai susidaro neteisingas požiūris į pirminį adekvatų paveldimo kintamumo tikslingumą.

Kaupdama atskiras mutacijas, atranka „konstruoja" genotipų sistemas, atitinkančias tų pastoviai veikiančių sąlygų, kuriomis gyvena rūšis, reikalavimus.

Ten pat, p. 286, 287.

Kombinuotas kintamumas

Dėstant ne kartą buvo atkreiptas dėmesys į tai, kad visi išvardytieji genų elgesio chromosomose dėsningumai pasirodo esą bendri gyvūnams ir žmogui, aukštesniesiems ir žemesniesiems augalams, taip pat vienaląsčiams organizmams.

Iš požymių išsiskyrimo, nepriklausomo genų kombinavimosi analizės, taipogi iš jų sąveikos matyti, kad dėl genų kombinacijos ir jų sąveikos atsiranda didžiulis paveldimas kintamumas. Dėl genų kombinacijos gali atsirasti naujų paveldimų požymių. Tokio tipo kintamumas vadinamas kombinuotu. Jo vaidmuo yra svarbiausias evoliucijos eigoje kaip kintamumo šaltinis, kaip mechanizmas, užtikrinantis derinius požymių, įgalinančių organizmams geriausiai prisitaikyti prie gyvenimo sąlygų.

Ten pat, p. 180.

Nevaisingumas

Tarprūšiniai ir tarpgentiniai hibridai paprastai yra mažiau vaisingi arba net visiškai nevaisingi. Priežastys gali būti įvairios. Kai kuriais atvejais vienos rūšies genai taip blogai sąveikauja su kitos rūšies genais, kad lytiniai organai vystosi nenormaliai.

[1] Adekvati — atitinkama. — *Sud.*

Augalų gali nepakankamai išsivystyti dulkinės ir neatsidaryti. Dažnai ir moteriškieji lytiniai organai nepajėgia funkcionuoti. Kitais atvejais kliūčių atsiranda vėlesnėse stadijose ir daugiausia tai pasireiškia mejozės sutrikimais.

Šie sutrikimai pirmiausia esti dėl blogos įvairių rūšių chromosomų konjugacijos arba dėl to, kad ji vyksta netinkamai. Labai dažnai įvairios rūšys skiriasi viena nuo kitos chromosomų sandara..., ir dėl to, žinoma, pasunkėja normali hibridų chromosomų konjugacija.

...Vaisingų arba dalinai vaisingų hibridų palikuonys pasižymi nepaprastu kintamumu, dažnai didesniu, negu pradinių rūšių kintamumas. Sakysim, pradinės rūšys turėjo vienodą chromosomų skaičių ir hibridų F_1 mejozė iš esmės vyko normaliai, o F_2 kintamumą dažniausiai sukelia rekombinacija. Tačiau ir šiuo atveju kintamumas esti didesnis, negu vidurūšinių hibridų kintamumas, nes tėvų genotipiniai skirtumai pirmuoju atveju kur kas ryškesni, o vienu metu išsiskiriančių genų porų skaičius gerokai didesnis...

...Jeigu tarprūšinių kryžminimų dėka gautų F_1 palikuonių mejozė vyksta netinkamai dėl to, kad pradinės rūšys turėjo nevienodą chromosomų skaičių, arba dėl kokių nors kitų priežasčių, tai F_2 kintamumas bus dar didesnis, negu tuo atveju, kai jį sukelia viena genų rekombinacija. Didelė dalis F_2 individų turi skirtingą chromosomų skaičių, ir šis kintamumas nulemia jų išvaizdos, gyvybingumo ir vislumo skirtumus.

A. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 384, 389.

Modifikuotas kintamumas

Mitybos sąlygos, temperatūra, šviesa, dirvožemio cheminė sudėtis ir struktūra, drėgmė ir t. t. — visi šie aplinkos veiksniai turi didžiulę įtaką individualiam organizmų vystymuisi. Žmogui, dirbančiam žemės ūkyje, aplinkos vaidmuo organizmų formavimuisi akivaizdus. Nuo aplinkos priklauso ir evoliucijos veiksniai — atrankos, kintamumo ir paveldimumo procesai. Visas organinis pasaulis vystėsi pagal aplinkos pakitimus. Dėl to kiekviena organizmų rūšis įgijo jai būdingą vidinę sandarą ir individualaus vystymosi tipą, įtvirtintus paveldimumo.

Kadangi atskirų rūšių organizmai, bendrai veikiami trijų minėtų evoliucijos veiksnių, prisitaikė prie tam tikrų aplinkos sąlygų, tai normaliai vystytis jie gali tik šiomis sąlygomis. Joms pasikeitus, gali atsirasti paveldimų pakitimų (mutacijų), su kuriais susipažinsime vėliau, taip pat pasikeisti individualaus vystymosi procesai, o dėl to pakisti fenotipas, t. y. genų veikimo pasireiškimas. Kokią konkrečią formą įgis vienas ar kitas paveldimas organizmo požymis arba savybė, priklauso nuo genotipo ir aplinkos sąlygų tarpusavio sąveikos.

Sudarius tam tikras aplinkos sąlygas, genų veikimą galima nukreipti pageidaujama kryptimi, t. y. valdyti organizmo individualaus vystymosi procesus.

...Sukryžminus žieminius ir vasarinius kviečius arba rugius, pirmosios kartos hibridai turės dominuojančias vasarinių savybes. Rugių antrojoje hibridų kartoje pastebimas požymių išsiskyrimas santykiu 3 : 1, kviečių požymių išsiskyrimo santykis gali būti 3 : 1, 15 : 1 ir dar sudėtingesnis. Antrosios kartos augalų grūdus pasėjus pavasarį, žieminės formos krūmysis, bet neplaukės. Šitai leidžia konstatuoti požymių išsiskyrimą. Tačiau tuos grūdus prieš sėją jarovizavus, t. y. paveikus žemą temperatūra, visi antrosios kartos augalai plaukės sėjos metais. Šiuo atveju požymių išsiskyrimo nepastebėsime.

Vienaląsčio žaliojo dumblio chlorelos žinomi paveldimi pakitimai, nulemiantys chlorofilo išnykimą. Šios pakitusios formos negali gyventi ir daugintis įprastomis sąlygomis, šviesoje, nes nesugeba vykdyti fotosintezės. Tačiau į maitinamąją terpę pridėjus gliukozės, jos pradeda daugintis. Panašūs bandymai buvo atlikti ir su bespalviais albinosiniais kukurūzų daigais.

Galima tvirtai teigti, kad beprasmiška įsivaizduoti paveldimumo pasireiškimą atitrauktai nuo konkrečių aplinkos sąlygų. Tik žinodami, kaip veikia genas ir kokią įtaką turi aplinkos ypatybės jo pasireiškimui, galime valdyti įgimtų savybių vystymąsi. Šios aplinkybės dėka žmogaus paveldimos ligos nėra fatališkai neišvengiamos. Ištyrus aplinkos sąlygų poveikį ūkiniu požiūriu vertingoms veislių (t. y. paveldimoms) savybėms, daugiau galimybių padidinti gyvūnų, augalų ir mikroorganizmų produktyvumą.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 177, 178, 179.

...Augantys šaltyje Siamo kačiukai yra tamsesni už kačiukus, augančius šiltoje patalpoje. Tam tikra riestaplunksnių vištų veislė turi dominantinį geną, nulemiantį plunksnų riestumą. Homozigotinių riestaplunksnių vištų plunksnos yra nenormalios ir trapios, ir dažnai paukščiai visiškai nuplinka. Jeigu tokia plika višta apvyturiuojama vilnoniu skuduru, visas jos kūnas apauga plunksnomis.

...Kai kurie augalai žydi tik tada, kai dienos trukmė yra pakankamai ilga. Jie puikiai žydi ilgomis vasaros dienomis toli nuo pusiaujo esančiose šalyse. Kitiems augalams, atvirkščiai, žydėti reikia trumpos šviesios dienos, kaip atogrąžų šalyse. Šių dviejų augalų grupių skirtumus nulemia paveldimumas, ir fenotipas „žydintis augalas“ atsiranda kaip atitinkamų genų ir dienos trukmės sąveikos rezultatas.

Taigi daugumos genų veikimas nėra stereotipinis, jie tik nulemia organizmo reakcijos į aplinką pobūdį.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 153, 154, 156.

Paveldima reakcijos norma

Genotipo sugebėjimas užtikrinti tam tikrose ribose ontogenezės kintamumą priklausomai nuo kintančių aplinkos sąlygų vadinamas reakcijos norma. Kitaip sakant, galimo kintamumo genotipo realizacijoje amplitudė išreiškia reakcijos normą, t. y. genotipas nulemia galimų fenotipų skaičių skirtingomis aplinkos sąlygomis. Pavyzdžiui, dėslių veislių vištoms sudarius optimalias priežiūros ir mitybos sąlygas, jų vidutinis dėslumas padidės. Tas pačias sąlygas sudarius mėsinei vištų veislei, jų dėslumas mažiau tepadidės, bet pastebimai pagerės mėsos kokybė ir padidės gyvoji masė.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 574, 575.

I. Mičiurinas apie paveldimumo ir aplinkos savitarpio santykius

...Pyrus elaeagnifolia žiedus apdulkinau žinomos sodinės kriaušės Besėklės žiedadulkėmis.

...Kultivuodamas visus šiuos sėjinukus, pastebėjau, kad, vos tik jie patekdavo į geresnes mitybos sąlygas, šių augalų visų dalių išvaizda būtinai panėšėdavo į Besėklės. Lapalakščiai pasidarydavo platesni, jų paviršius tapdavo blizgantis, ūgliai sustorėdavo, jų žievė įgydavo spalvą, panašią į Besėklės ūglių. Atvirkščiai, jeigu sėjinukai turėdavo dėl ko nors skursti, pavyzdžiui, persodinus arba sausą vasarą dėl drėgmės stokos vegetacinio periodo pradžioje, hibridų lapai išaugdavo siauros pailgos formos, jų paviršius, taip pat ir ūglių žievė būdavo plaukuoti, pumpurai suapvalėdavo, žodžiu, visos augalų išorinės dalys tapdavo labai panašios į Pyrus elaeagnifolia (hibridai vaisių kol kas nedavė)... hibridams, gautiems sukryžminus mūsų stepinę Samaros vyšnią... su Vladimiro Roditelevaja vyšnia, auginti specialiai parsisiųsdinau iš Vladimiro apylinkių kelis pūdus žemės, kurioje ten auga visiems žinomos saldžiosios Roditelevaja vyšnios. Ir nors šiuo dirvožemio pakeitimu sugebėjau tik iš dalies priartinti hibridų auginimo aplinkos sąlygas prie tokių pat Roditelevaja vyšnios augimo jos tėvynėje sąlygų, vis dėlto tas nedaugelis egzempliorių iš bendro skaičiaus hibridinių sėjinukų, kurie buvo pasodinti dirvožemyje su gausia Vladimiro žemės priemaiša, savo forma gerokai panėšėjo į Roditelevaja vyšnią ir labai skyrėsi nuo kitų sėjinukų, augintų įprastame mūsų dirvožemyje.

И. В. Мичурин. Собр. соч. Т. I. М., Сельхозгиз, 1948, p. 299, 301.

Hibridinių sėjinukų ugdymas kaip dominavimo valdymo metodas

Vos tik pradėjęs savo veiklą sodininkystėje, pastebėjau, kad iš hibridinių sėjinukų, kurie augdavo geresnėje, patręštoje, giliai suartoje bei gerai įdirbtoje dirvoje, nors ir atsirasdavo daugiau egzempliorių, sandara artimesnių kultūriniams augalams, bet atsparumu visoms klimatinėms negandoms jie gerokai nusileisdavo tų pačių hibridų sėjinukams, augusiems netręštuose smėlinguose sklypeliuose. Pirmame dešimtmetyje dar abejojau, ar būtina keisti hibridinių sėjinukų ugdymo režimą, leidžiant jiems patiems vystytis, manydamas, kad atšiauresnėmis sąlygomis, nors ir perduodamos paveldimos tėvinių augalų kultūrinės savybės, išaugs vien tik laukinukai, negalintys duoti kultūrinėms veislėms būdingų stambių vaisių. Tačiau, laimei, šeštaisiais metais po to, kai išdygo keli hibridiniai sėjinukai, išugdyti atšiauresnėmis sąlygomis, jie nunokino geros kokybės stambius vaisius, o išpuoselėti, išauginti geresnėmis sąlygomis sėjinukai visi iššalo. Tai privertė mane nedvejojant perkelti visą medelyną į kitą vietą, kur buvo liesesnis dirvožemis. Perkelti visą medelyną buvo rizikinga, bet vėliau tai pasirodė buvę teisinga ir davė gerus rezultatus.

...Tręšti sėjinukus reikia pradėti... tik tada, kai medelis pradeda formuoti vaisinius organus. Gausiai tręšti reikia trejus—penkerius metus nuo derėjimo pradžios, nes kiekvienas jaunas hibridinis sėjinukas šiuo laikotarpiu formuoja savo vaisių išvaizdą ir kokybę, o jau paskui, sekančiais metais, visa jo organizmo sandara nekinta.

И. В. Мичурин. Собр. соч. Т. 1, М., Сельхозгиз, 1948, р. 526, 627, 628.

Tačiau kaip suprasti tai, kad spartietiško auginimo sąlygomis iš hibrido sudėtingo paveldimumo, leidus pačiam vystytis, dominuoja laukinio tėvinio augalo savybės, o paskui tręšiant, jam pradėjus derėti, ima dominuoti kultūrinės savybės?

Atsakyme į šį klausimą ir slypi antroji I. Mičiurino dominavimo teorijos pusė. Valdyti įvairių savybių dominavimą, kaip nurodė jis, galima tik žinant, kada prasideda įvairūs jautrūs hibrido vystymosi laikotarpiai. Atsparumo savybėms lemiamą reikšmę turi pirmieji hibrido vystymosi metai. O derėti pradedama tuo laikotarpiu, kai atsparumo savybės jau esti susiformavusios. Derėjimo savybėms jautrus laikotarpis prasideda tada, kai kompleksui savybių, būdingų medelio atsparumui, jis jau būna praėjęs. Ir čia intensyvus maitinimas skatins formuoti kultūriniams augalams būdingus vaisius, padės realizuotis hibrido paveldimumui, gautam iš kultūrinės veislės. Šiais atvejais aplinkos veiksniai įeina į hibrido vystymosi procesą kaip elementas, nulemiantis vystymosi pobūdį.

Н. П. Дубинин. Теоретические основы и методы работ И. В. Мичурина. М., «Просвещение», 1966, р. 39.

Mentoriaus metodas

I. Mičiurino sukurto mentoriaus (auklėtojo) metodo esmė yra ta, kad lytiniu būdu gauto hibrido, paimto įskiepiu, kai kurių savybių dominavimą galima pakeisti į poskiepio pusę atitinkamu skiepijimu. Žinome, kad sudėtingų savybių dominavimas, ypač jei jų pasireiškimo tipas yra tarpinis, priklauso nuo aplinkos sąlygų ir organizmo fiziologijos. Todėl skiepijimo atveju mentorius gali nukreipti kai kurių hibrido savybių pasireiškimą į savo pusę. Šie klasikiniai I. Mičiurino darbai, deja, nebuvo citofiziologiškai ir biochemiškai analizuojami, ir iki šiol neišaiškinta, kaip vyksta audinių sąveika po skiepijimo.

Mentoriaus metodu buvo pagerintos obelies hibrido, gauto sukryžminus vietinę Kinietę su Krymo veisle Kandilio sinapu, fenotipinės savybės. F_1 hibridas labiau panėšėjo į pietinę veislę. Kad veislė pasidarytų atsparesnė šalčiams, hibrido pumpuras buvo įskiepytas į atsparaus šalčiui motininio medelio — Kinietės — vainiką. Pageidautinas pakitimas įvyko, ir iš šio hibrido vėliau išaugo Kandilio kinietės veislė, išlaikanti šias savybes, dauginant ją vegetatyviniu būdu (skiepijimu).

Be abejo, čia kalbama ne apie paveldimumo pakeitimą, o apie hibrido paveldimų savybių pasireiškimo ontogenezėje pakeitimą.

М. Е. Лобашев. Генетика, Изд-во ЛГУ, 1967, p. 586.

I. Mičiurinas daugeliu atvejų parodė, kad mentorius gali paveikti hibridinių sėjinukų savybių formavimąsi, tačiau skiepydamas nė karto negavo formų, galinčių perduoti naujas savybes, atsiradusias dėl mentoriaus įtakos, lytinio dauginimosi būdu per sėklas.

Kaip jau buvo minėta, įdomiausi faktai yra apie tai, kaip skiepijimu pakeičiamas hibridų dominavimas. Pats I. Mičiurinas tiems faktams teikė labai didelę reikšmę. Visais šiais atvejais mentorius padėdavo pasireikšti tam paveldimumui, kurį hibridas buvo gavęs kryžminant.

Н. П. Дубинин. Теоретические основы и методы работ И. В. Мичурина. М., «Просвещение», 1966, p. 152.

Mutacinis kintamumas. Spontaniñės ir indukuotos mutacijos

Nors geno prigimties klausimas dar galutinai neišaiškintas, daugelis bendrų geno mutavimo dėsningumų yra tvirtai nustatyti.

Genų mutacijos būdingos visų klasių ir tipų gyvūnams, žemesniesiems ir aukštesniesiems augalams, daugialąsčiams ir vienaląsčiams organizmams, bakterijoms ir virusams. Mutacinis

kintamumas, kaip kokybinių šuoliškų pakitimų procesas, yra bendras visoms organinėms formoms.

Grynai sąlygiškai skiriamas spontaninis ir indukuotas mutacinis procesas. Mutacijos, kurios atsiranda dėl įprastų aplinkos gamtinių veiksnių įtakos arba dėl fiziologinių ir biocheminių pakitimų pačiame organizme, laikomos spontaninėmis. Mutacijos, atsirandančios, specialiai veikiant jonizuojančia radiacija, cheminėmis medžiagomis, ekstreminėmis sąlygomis ir kt., vadinamos indukuotomis. Principinio skirtumo tarp spontaninių ir indukuotų mutacijų nėra, bet, tirdami pastarąsias, biologai artėja prie paveldimo kintamumo valdymo ir geno paslapties išaiškinimo.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 288.

Generatyvinių spontaninių ir somatinių mutacijų pavyzdžiai

Peržiūrėdami miežių lauke ką tik pasirodžiusius daigus, pastebėsime, kad maždaug 1 iš 10 000 skiriasi nuo normalių žalių augalų, nes neturi chlorofilo; toks augalas yra arba visiškai baltas, arba tarpinės tarp baltos ir normalios žalios spalvos. Retkarčiais galima rasti taip pat nukrypusių nuo normos daigų su įvairiausiais ruoželiais. Genetinė analizė parodė, kad visus šiuos pakitimus yra sukėlusios recesyvinės mutacijos daugelyje visų septynių chromosomų lokusų.

Taigi spontaniniai pakitimai galėjo įvykti daugelyje įvairių chromosomų vietų, ir visais šiais atvejais atsirasdavo recesyvinis genas, homozigotinėje būklėje daugiau ar mažiau sutrikdantis normalų chlorofilo gaminimąsi. Chlorofilas yra labai sudėtingos sandaros. Jis suteikia lapams žalią spalvą, nuo jo priklauso lapų funkcija, vykstant asimiliacijai, kai iš neorganinės medžiagos susidaro organinė. Todėl, veikiant recesyviniams genams, chlorofilo gaminimasis gali sutrikti arba nutrūkti.

Reikia pabrėžti, jog šiuo, kaip ir daugeliu kitų, atveju analogišką išorinį efektą gali sukelti visiškai skirtingi genai. Absoliučiai balti mutantai albinosai gali atsirasti, pakitus vienam ar kitam genui, esančiam tos pačios chromosomos daugelyje įvairių lokusų arba skirtingose chromosomose; baltam augalui gauti pakanka, kad nors vienas šių genų būtų homozigotinėje būklėje.

Buvo nustatyta, kad panašus mutavimas iš dominantinės būklės į recesyvinę gali įvykti bet kurioje gyvenimo ciklo stadijoje.

...Iki šiol aptarinėjome vien tik recesyvines mutacijas, t. y. geno *A* perėjimą į geną *a*; be abejo, tokios mutacijos pasitaiko dažniausiai. Tačiau galimos ir priešingos krypties, t. y. $a \rightarrow A$, mutacijos. Šitokios mutacijos dažnai būna *grįžtamosios*, būdingos mutantams, kurie yra recesyviniai homozigotai, tik neseniai perėję iš dominantinės būklės.

Nuostabiausios yra pelėsinio grybo neurosporos ir kitų mikroorganizmų grįžtamosios mutacijos. Daugumai šių organizmų mutantų būdinga tai, kad jie prarado sugebėjimą sintetinti vieną ar kitą medžiagą (pavyzdžiui, kokią nors aminorūgštį), būtiną to organizmo augimui. Maitinamojoje terpėje, kurioje nėra šios aminorūgšties, kultūra neauga. Tačiau kartais galima aptikti atskirų grįžtamosios mutacijos dėka susiformavusių kolonijų, greitai augančių tokioje terpėje. Kai kuriose ląstelėse įvyko mutacija $a \rightarrow A$, grąžinusi joms prarastą sugebėjimą sintetinti šią aminorūgštį.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 211, 214.

Antaninis šešiašimtagramis

Si veislė atsirado 1888 m. kaip pumpuro variacija ant vienos žinomos senos veislės Mogiliovo baltojo antaninio penkiamečio medelio šakos. Po 4 metus trukusių įvairių bandymų 1892 m. pradėjau ją pardavinėti dėl nepaprastai didelių ir geros kokybės vaisių.

И. В. Мичурин. Собр. соч. Т. II. М., Сельхозгиз, 1948, p. 6.

Avys

Kodėl Ankonos avių nebuvo iki 1791 m. netgi fermoje, kur iš dviejų heterozigotinių tėvų atsirado pirmasis Ankonos veislės ėriukas? Šis klausimas yra sudėtingas... Ankonos avių genas atsirado tam tikroje kaimenėje tam tikru metu, įvykus mutacijai vieno iš genų, kuris valdo avių griaučių vystymąsi. Tačiau iš esmės nesame tikri dėl to, kuriuo būtent metu atsirado genas. Kadangi jis recesyvinis, tai, galimas daiktas, galėjo slaptu pavidalu pereiti iš kartos į kartą, kol, suporavus du heterozigotus, atsirado pirmas Ankonos veislės ėriukas. Mutavęs genas, kaip ir jo pirmtakas, gamina naujus genus pagal savo pavyzdį, ir visos Ankonos avys, augintos Naujojoje Anglijoje (JAV) iki antrosios devynioliktojo šimtmečio pusės, turėjo šio mutavusio geno kopijas.

Mūsų šimtmečio pradžioje Ankonos avių atsirado Norvegijoje. Sunku pasakyti, ar šis europinis Ankonos veislės genas buvo atvežtas į Norvegiją heterozigotinėje būklėje, ar jis atsirado, įvykus naujai mutacijai.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 62, 64.

Spontaninių mutacijų dažnumas

...Mutacijų atsiranda ir spontaniškai nors mažu, bet išmatuojamu dažniu, būdingu kiekvienai rūšiai ir kiekvienam genui; kai kurie genai daug „mutabilesni“ už kitus. Natūralus spinduliavimas, pavyzdžiui, kosminiai spinduliai, tikriausiai padeda atsirasti spontaniškoms mutacijoms, tačiau, be abejonės, čia dalyvauja ir kiti realūs veiksniai. Žmogaus atskirų genų spontaninių mutacijų dažnis yra nuo 1×10^{-5} iki 1×10^{-3} vienam genui kartoje. Kadangi žmogus turi iš viso maždaug $2{,}3\times10^{4}$ genų, bendras jo mutacijų dažnis — maždaug viena mutacija vienam individui kiekvienoje kartoje. Kitaip tariant, vidutiniškai kiekvienas mūsų turi kokį nors vieną mutantinį geną, kurio nebuvo nė viename iš mūsų tėvų.

K. Вилли. Биология. М., «Мир», 1966, p. 519, 520.

Vaisinės muselės spontaninių mutacijų dažnį galima nustatyti daug tiksliau, negu daugumos augalų. Tam sukurti specialūs metodai. Apskaičiuota, kad kiekvienam atskiram genui mutavimo dažnis vienoje kartoje vidutiniškai lygus 1 : 1 000 000; todėl kuris nors iš vaisinės muselės genų mutuoja vidutiniškai tik vieną kartą per 40 000 metų. Bet kadangi genų yra labai daug, tikriausiai keli tūkstančiai, tai neretai gametose slypi nauja mutacija. Turint galvoje visų tipų mutacijas, iš jų ir tokias, kurios neduoda matomo efekto, bet veikia gyvybingumą ir vislumą, tai maždaug vienoje gametoje iš dvidešimt slypi kokia nors mutacija. Todėl mutacijų dažnis yra lygus 5%, t. y. kur kas didesnis, negu savidulkių augalų.

Tačiau vaisinės muselės mutacijos, duodančios išorinį, matomą efektą, sudaro mažiau kaip 1% visų spontaninių mutacijų, kurių dauguma (80%) vienaip ar kitaip mažina gyvybingumą ir vislumą, o visų kitų (apie 20%) veikimas yra tiesiog letalus.

A. Монтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 218, 219.

Paveldimojo kintamumo homologinės eilės

Įvairių sistematinių augalų grupių paveldimojo kintamumo tyrimai leido N. Vavilovui suformuluoti homologinių eilių dėsnį. Šis dėsnis teigia:

„1. Genetiškai artimoms rūšims ir gentims būdingos panašios paveldimojo kintamumo eilės. Šios eilės tokios taisyklingos, kad, žinant kelias vienos rūšies formas, galima numatyti, jog panašių formų bus galima rasti ir kitose rūšyse bei gentyse. Kuo arčiau bendroje sistemoje genetiškai išsidėsčiusios gentys ir lineonai (rūšys — *M. L.*), tuo panašesnės jų kintamumo eilės.

2. Ištisoms augalų šeimoms apskritai būdingas tam tikras kintamumo ciklas, einantis per visas šeimos gentis ir rūšis“ [1]...

...Dėsnį gali pailiustruoti lentelė, kur parodyta varpinių šeimos paveldimojo kintamumo pagal kai kuriuos požymius ir savybes homologija.

Lentelė

Gramineae šeimos rūšių veislių (rasių) kintamumo bendra schema

Paveldimi kintantys augalų požymiai			Rugiai	Kviečiai	Miežiai	Avižos	Soros	Sorgai	Kukurūzai	Ryžiai	Varputis
Žiedynas	Žvyniškumas	su žvyneliais	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Akuotuotumas	plikas	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		akuotuotas	+	+	+	+		+		+	+
		beakuotis	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		trumpaakuotis	+	+	+	+	+	+		+	+
		su deformuotais akuotais	+	+	+						
		žvynelis su akuotuotomis ataugomis	+	+	+						
Grūdas	Spalva	balta	+	+	+	+	+	+	+	+	
		raudona	+	+	+			+	+	+	+
		žalsva (pilkai žalia)	+	+	+	+	+		+	+	+
		juoda (tamsiai pilka)	+	+	+			+	+	+	
		violetinė (antocianinė)	+	+	+				+	+	+
	Forma	apvali	+	+	+	+	+	+	+	+	
		pailga	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Konsistencija	stikliška	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		miltinga	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		(krakmolinga)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		vaškinė (reakcija su jodu skiriasi nuo pirmesnio tipo)		+	+		+	+	+	+	
Biologiniai požymiai	Gyvenimo būdas	žieminiai	+	+	+	+				+	
		vasariniai	+	+	+	+	+	+	+	+	
		pusiau žieminiai	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Ankstyvumas	vėlyvieji	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ankstyvieji	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Ekologinis tipas	hidrofilinis	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		kserofilinis	+	+	+	+	+	+	+		+
	Atsparumas šalčiui	neatsparūs	+	+	+	+	+	+	+	+	
		labai atsparūs	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Jautrumas tręšimui	didelis	+	+	+	+			+		
		mažas	+	+	+	+			+		

Pastaba. Pliuso ženklu pažymėtos formos, rastos iki šios medžiagos paskelbimo (1935).

[1] Н. И. Вавилов. Избр. произв. Т. I. Л., «Наука», 1967, p. 37, 38.

Dabar tvirtai galima teigti, kad giminingoms bendros kilmės rūšims būdingos ir panašios mutacijos. Dar daugiau, netgi tarp skirtingų gyvūnų klasių ir tipų atstovų esama paralelizmo — morfologinių, fiziologinių ir ypač biocheminių požymių bei savybių mutacijų homologinių eilių. Pavyzdžiui, pasitaiko įvairių stuburinių gyvūnų klasių panašių mutacijų: albinosų ir beplaukių žinduolių, albinosų ir beplunksnių paukščių, bežvynių žuvų, trumpapirščių galvijų, avių, šunų, paukščių ir t. t.

Pasitaiko ne tik aukštesniųjų organizmų, bet ir pirmuonių, taip pat mikroorganizmų biocheminių požymių mutacinio kintamumo homologinių eilių.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, р. 306, 307, 308.

Indukuotos mutacijos

Tarptautiniame genetikų kongrese, vykusiame 1927 m. Berlyne, Maleris galėjo pranešti, kad jis nustatė spontaninių mutacijų dažnį vaisinės muselės *X* chromosomoje ir kad po apšvitinimo šios mutacijos tapo daug dažnesnės. Toks mutacijų padažnėjimas šimtus, o kartais ir tūkstančius kartų priklausė nuo apšvitinimo dozės, o atliekant kai kuriuos bandymus, rasta, kad kiekvienas individas įgijo po vieną ar kelis naujus mutantinius požymius. Maleris taip pat paskelbė, kad eksperimentiniu būdu indukuotos mutacijos esti panašios į spontanines ir kad kai kurios indukuotos mutacijos, kaip parodė genetinė analizė, buvo arba identiškos spontaninėms mutacijoms, arba nauji jau anksčiau žinomų lokusų aleliai. Toliau buvo nustatyta, kad indukuotos mutacijos išsidėsčiusios per visą chromosomų ilgį ir *X* chromosomoje atsiranda tokiu pat dažniu (skaičiuojant ilgio vienetui), kaip ir autosomose. Ypač svarbu pabrėžti, kad šios indukuotos mutacijos buvo stabilios, t. y. pasirodė besančios pastovūs organizmo paveldimos medžiagos pakitimai.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, р. 231.

Genų mutacijos

Mutavęs genas, kaip spėjama, skiriasi nuo pradinio geno chemine sudėtimi arba sandara. Kaip ir senasis genas, naujasis gali tiksliai pats atsigaminti, nes naujas genas replikuojasi mutantine forma. Atsikratyti mutacijos nėra galimybės, išskyrus labai retus atvejus, kai sekanti mutacija grąžina geną į pirmykštę būseną. Pagal dabartinį geno prigimties supratimą mutacija — tai nu-

kleotidų, iš kurių susideda genas, skaičiaus, tipo ir išsidėstymo pasikeitimas.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, р. 273.

Prieš kelerius metus JAV pietinėje dalyje pradėjo kristi galvijai. Buvo kalta musė. Ji užkrėsdavo gyvulius juodlige, perneš-dama jos sukėlėjus nuo vieno kitam. Galvijų kritimas tapo masinis. Niekas nepadėjo: nei nuodingosios cheminės medžiagos, nei skiepai. Galvijai krito JAV pietuose, Centrinėje ir Pietų Amerikoje. Musių daugėjo, o gyvulių, aišku, vis mažėjo ir mažėjo.

Atvažiavo genetikai ir fizikai ir... pradėjo statyti „musių fabriką", kuriame jie veisė tuos pačius mažuosius plėšrūnus. Absurdas? Užuot naikinę muses, genetikai jas daugino?! Tai buvo subtilus strateginis planas. Kiekvieną savaitę fabrikas pagamindavo 70 milijonų musių patinų. Apšvitinant buvo masiškai pažeidžiamos jų gemalinių ląstelių chromosomos. Lytinės tokių patinų ląstelės buvo, matyt, gyvybingos, jie apvaisindavo normalių, gamtoje besiveisiančių patelių kiaušialąstes, bet atsiradusios jose dėl radiacijos poveikio dominantinės letalės sunaikindavo gemalą pačiose pradinėse vystymosi stadijose.

Sterilūs patinai iš lėktuvų buvo paleidžiami didžiuliuose plotuose. Apšvitintų patinų buvo gausybė, keliskart daugiau, negu vyriškųjų individų natūraliose populiacijose. Patelės po susiporavimo padėdavo kiaušinius, bet iš jų jau niekas negalėjo išsiristi. Musės nesidaugino.

Šiam milžiniškam eksperimentui buvo išleista keli milijonai dolerių. Tačiau pinigai apsimokėjo su kaupu. Visi pietiniai JAV rajonai apsivalė nuo musių. Galvijai daugiau nebekrito nuo juodligės. Visa „operacija" buvo įvykdyta labai trumpu laiku.

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966, р. 143.

Chromosominės mutacijos

Galima pateikti taip pat delecijos naminės pelės autosomoje paveldėjimo pavyzdį. Žinoma recesyvinė pelių mutacija, nulemianti „valsuojantį" judėjimą ratu. Jeigu kryžminama homozigotinė pagal šį W geną patelė su normaliu patinu, turinčiu tos pačios alelinės poros dominantinį $W+$ geną, tai pirmosios kartos visi palikuonys esti normalūs. Bet kartais F_1 atsiranda „valsuojančių" individų. Citologiškai patikrinus šių pelių somatines ląsteles, pasirodė, kad viena chromosomų turėjo deleciją. Dominantinio $W+$ geno iškritimas leido pasireikšti recesyviniam „valsavimo" genui, kuris hibride slypėjo hemizigotinėje būklėje.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, р. 320.

Geno dozės padvigubėjimas

Kai kurie drosofilos paveldimi pakitimai, iš pradžių laikomi genų pakitimais, yra atsiradę dėl nelygaus susikeitimo, padvigubėjus laukinio tipo geno lokusui. Pirmą kartą tokio tipo pakitimas buvo aptiktas drosofilos lytinėje chromosomoje. Kalbama apie dominantinį *Bar* (*B*) geną, nulemiantį akių susiaurėjimą ir jų facetų sumažėjimą.

Laukinio tipo drosofilos patelės sudėtinėje akyje esti iki 800 facetų. Heterozigoto pagal *B* geną akyje yra maždaug 350 facetų; homozigoto — 70. Žinoma taip pat, kad kartais pasitaiko kitas drosofilų paveldimas pakitimas — „dvigubas" arba padidėjęs *Bar:*

$$\frac{BB}{B+}.$$

Heterozigotinėje būklėje jis sumažina facetų skaičių iki 50, o homozigotinėje — iki 25. Toks požymio fenotipinis pasireiškimas susijęs ne su paties geno pakitimu, bet su jo kiekio, arba dozės, pakitimu [1].

Ten pat, p. 271, 272.

Inversijos vaidmuo susidarant rūšims

Inversijų pasitaiko gyvūnų ir augalų natūraliose populiacijose. Jas galima gauti ir eksperimentiniu būdu, ypač veikiant jonizuojančiais spinduliais ir kai kuriomis cheminėmis medžiagomis. Genetikai mano, kad inversijos yra labai svarbios rūšių divergencijai. Pavyzdžiui, daugelis tyrimų rodo, kad rūšies, sakysim, Drosophila pseudochscura, atskiros rasės gali skirtis inversijomis. Artimų drosofilos rūšių panašios chromosomos gali turėti atvirkščią genų išsidėstymo tvarką [2]. N. Sokolovas citogenetiškai palygino dviejų drosofilos rūšių (D. virilis ir D. littoralis) ir jų hibridų politenines chromosomas ir išaiškino, kad šios dvi rūšys skiriasi šešiomis inversijomis ir keliomis sritimis, negalinčiomis normaliai atlikti somatinės konjugacijos.

Eksperimentiniu būdu gautos inversijos dažnai naudojamos kaip metodas gauti linijoms su nuslopintu krosingoveriu.

Ten pat, p. 328.

---

[1] Tarybiniam genetikui I. Rapoportui pavyko padauginti šį lokusą chromosomoje iki 8 kartų. — *Sud.*

[2] T. y. inversiją. — *Sud.*

Translokacijos

Be jau nagrinėtų chromosomų vidinių persitvarkymų, esama pakitimų, kartu vykstančių dviejose ir daugiau nehomologinių chromosomų. Tokie persitvarkymai yra translokacijos, t. y. susikeitimas nehomologinių chromosomų fragmentais. Vykstant translokacijoms, kinta sukibusių genų grupės.

Pirmą kartą nehomologinių chromosomų susikeitimą fragmentais pastebėjo Dž. Belingas 1915 m. Tam tikru būdu sukryžminęs aksomines pupas, jis pastebėjo, kad 50% žiedadulkių yra sterilios, o 50% gemalinių maišelių — degeneruoti... 1925 m. Belingas aptiko tokio pat pobūdžio ir durnaropių sterilumą... ir išaiškino, kad tai yra nehomologinių chromosomų susikeitimo fragmentais rezultatas. 1926 m. Šternas pirmą kartą aprašė drosofilos translokaciją; tai buvo *Y* chromosomos fragmento pernešimas į *X* chromosomą. Netrukus buvo aptiktos ir kukurūzų translokacijos, sukeliančios dalinį burbuolių ir žiedadulkių sterilumą.

Tyrinėti translokacijas įdomu ne tik teoriškai, bet gali būti naudinga ir praktiškai. Jau buvome pateikę pavyzdį, kaip pagal grenos spalvą atskiriamos šilkverpio lytys. Genas, nulemiantis kiaušinio apvalkalo spalvą, vykstant translokacijai, buvo perkeltas iš autosomos į lytinę chromosomą. Taigi translokacijos įgalina pakeisti gyvūnų ir augalų sukibimo grupes pageidaujama kryptimi.

Ten pat, p. 329, 335.

Mutageniniai preparatai nuo vėžio

Ląstelės su fragmentuotomis chromosomomis nepriklausomai nuo to, ar šie fragmentai susijungia, sudarydami naujus derinius, ar ne, išgyvena iki dalijimosi pradžios, bet artimiausio dalijimosi metu arba tuojau po jo šios ląstelės paprastai dėl įvairių priežasčių nunyksta. Štai kodėl besidalijančios ląstelės yra daug jautresnės radiacijai, negu nesidalijančios. Besidalijančios ląstelės selektyviai sunaikinamos rentgeno spinduliais, gydant vėžį. Augliuose yra gerokai daugiau besidalijančių ląstelių, negu šalia esančiame normaliame audinyje, todėl, veikiant radiacija, jos selektyviai sunaikinamos. Gydymas mutageniniais preparatais atsirado neseniai. Šie preparatai, panašiai kaip ir rentgeno spinduliai, skaldo chromosomas ir kartu ardo auglio ląsteles; mutageniniai preparatai duoda gerus rezultatus tais atvejais, kai negalima naudoti rentgeno spindulių. Pirmasis tokio tipo preparatas buvo ipritas. Antrojo pasaulinio karo pradžioje jis buvo panaudotas JAV vėžiui gydyti. Nepriklausomai nuo to Škotijoje tuo pačiu metu, paveikus ipritu, buvo gauti pirmieji cheminiais agentais indukuoti musių mutantai. Vokiečių mokslininkai, nežinodami darbų, paskelbtų Anglijoje ir JAV, tuo pat metu aptiko visiškai kitą medžiagą —

uretaną, kuris sutraukydavo augalų chromosomas ir sukeldavo jų persitvarkymus, ir Britanijos klinicistai sėkmingai ėmė naudoti uretaną leukemija[1] sergantiems ligoniams gydyti. Ši akivaizdaus sutapimo istorija tarytum iliustruoja gerai žinomus mokslų istorijos žinovams faktus, liudijančius, kad moksliniai faktai lyg ir „subręsta" atradimui.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 282, 283.

Chromosomų skaičiaus pakitimas

Pirmą kartą šį reiškinį pastebėjo K. Bridžesas, tirdamas grynai genetiniais metodais drosofilos požymių, susijusių su lytimi, paveldėjimą... Apvaisinus *XX* ir *O* kiaušialąstes spermatozoidais, turinčiais *X* arba *Y* chromosomą, išsivysto *XXX*, *XXY* patelės ir *XO* patinai su normaliu diploidiniu autosomų rinkiniu. Šie genetiniai bandymai vėliau buvo patvirtinti citologiškai. Iš tikrųjų *XXX* patelių somatinėse ląstelėse buvo rasta atliekama, trečioji *X* chromosoma, o *XXY* patelių — atliekama *Y* chromosoma, *XO* patinai neturėjo *Y* chromosomos.

Ląstelės su pakitusiu atskirų chromosomų skaičiumi atsiranda, sutrikus kai kurių chromosomų porų išsiskyrimui mitozės metu. Šių sutrikimų gali atsirasti ir somatinėse, ir lytinėse ląstelėse. Todėl heteroploidija gali būti ir mitozinė, ir mejozinė. Tačiau daug labiau galimas homologinių chromosomų neišsiskyrimas mejozės metu, kai vyksta chromosomų konjugacija ir susidaro bivalentai[2]. Visas bivalentas gali patekti į vieną ląstelę, ir tada kitoje ląstelėje šios homologinių chromosomų poros nebus.

М. Е. Лобашев, Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 369.

Poliploidinės eilės

Kartotinis chromosomų skaičiaus kitimas yra svarbus kintamumo šaltinis evoliucijoje ir selekcijoje, ypač augalų.

Pirmuosius eksperimentiniu būdu gautus pomidorų ir bulvių poliploidus dar 1916 m. aprašė H. Vinkleris. Dabar žinoma, kad daugiau kaip $^1/_3$ visų gaubtasėklių augalų rūšių yra poliploidai. Kad būtų aiškus poliploidijos vaidmuo atsirandant įvairioms kviečių rūšims, pakanka paanalizuoti šių rūšių chromosomų skaičių.

Kviečių (Triticum) gentį sudaro kelios rūšys, kurios ir pagal chromosomų skaičių, ir pagal augalų savybes bei požymius skirstomos į tris grupes. Pirmajai priklauso vienaeiliai... ir kiti kviečiai, somatinėse ląstelėse turintys $2n=14$ chromosomų. Antrajai

[1] Leukemija — baltakraujystė. — *Sud.*

[2] Bivalentas — dvi konjuguojančios homologinės chromosomos pirmojo mejozinio dalijimosi metu. — *Sud.*

grupei priklauso kietieji..., šakotieji..., lenkiniai ir kiti kviečiai, turintys 28 chromosomas. Trečiąją grupę sudaro tokios kviečių rūšys: tankiavarpiai..., paprastieji..., spelta... ir kiti, kurie turi po 42 chromosomas. Jeigu pagrindinis kviečių chromosomų skaičius $x=7$, tai vienaeiliai kviečiai būtų diploidai ($7\times2=14$), kietieji — tetraploidai ($7\times4=28$), o paprastieji — heksaploidai ($7\times6=42$). Tokia pat poliploidų eilė žinoma avižų (Avena) genties ir daugelio kitų augalų.

Ten pat, p. 353, 354.

Poliploidų gavimas dirbtiniu būdu

Norint rasti patikimą metodiką poliploidams gauti dirbtiniu būdu, būtina apvaldyti mitozės ir mejozės mechanizmą. Yra žinoma, kad mitozei ir mejozei turi įtakos ir išoriniai, ir vidiniai veiksniai. Pirmieji jų — tai temperatūros pakitimai, jonizuojantis spinduliavimas, cheminės medžiagos (narkotikai ir įvairūs mechaniniai poveikiai, dekapitacija [1], gicavimas ir kt.). Ypač efektyvios kai kurios cheminės medžiagos: kolchicinas, acenaftenas ir kt.

Poliploidams gauti plačiausiai naudojamas alkaloidas kolchicinas, gaunamas iš vaistinio augalo Colchicum autumnale. Šios medžiagos, kaip ir kitų cheminių agentų, naudojimo metodikos yra specifinės kiekvienai augalų rūšiai bei jų vystymosi fazei. Paprastai vartojamas 0,01—0,2% koncentracijos kolchicino vandeninis tirpalas. Juo veikiami augalo augimo taškai arba lapo ar stiebo paviršius, prieš tai jį pažeidus. Kai kada šis tirpalas injektuojamas į augalo audinius. Kai kurie augalai veikiami per šaknų sistemą (jos merkiamos į kolchicino tirpalą) arba sėklos daiginamos agarizuotoje terpėje, įdėjus į ją kolchicino. Dėl to augalo meristeminiame diploidiniame audinyje atsiranda poliploidinių ląstelių, iš kurių gali susidaryti ūgliai, savo ląstelėse turintys padidėjusį chromosomų rinkinį.

Kolchicino poveikis mitozei yra toks specifinis, kad literatūroje įsigalėjo specialus terminas „C mitozė“, arba „K mitozė“. Kolchicinas sukelia endomitozę [2], paraližuodamas chromosomų judėjimo į polius procesą, bet netrukdydamas jų reprodukcijos; genų mutacijų ir chromosomų persitvarkymų čia nejvyksta. Paveikus kolchicinu svogūno šakneles, kai kuriose ląstelėse po kelių endomitozių bendras chromosomų skaičius gali pasiekti kelis šimtus.

Ten pat, p. 368, 369.

---

[1] Dekapitacija — viršūninių ūglių nulaužymas; gicavimas — šoninių ūglių išskabymas. — *Sud.*

[2] Endomitozė — chromosomų padvigubėjimas, nesidalijant branduoliui. — *Sud.*

Paveldimas kintamumas kaip pusiausvyros tarp organizmo ir aplinkos pažeidimo pasekmė

Jonizuojančios radiacijos mutageninio efekto atskleidimas tapo tikru materialistinės teorijos triumfu gamtos moksluose. Pirmą kartą po Č. Darvino rūšių atsiradimo teorijos paskelbimo metafizikai buvo suduotas triuškinantis smūgis: eksperimentiniu būdu buvo įrodyta, kad paveldimas kintamumas yra organizmo ir aplinkos sąveikos rezultatas.

Tačiau labai klydo tie tyrinėtojai, kurie manė, kad tik jonizuojantys agentai yra mutageniniai veiksniai. Skvarbioji radiacija leido tyrinėtojams tik sėkmingai pradėti aiškinti aplinkos agentų įtaką organizmo paveldimam kintamumui. Vėlesni tyrimai parodė, kad bet kokie išorinės ir vidinės aplinkos veiksniai, išvedantys organizmą iš optimalios būklės, sukelia įvairaus pobūdžio mutacijas. Dabar yra tvirtas pagrindas teigti, kad daugeliu atvejų, sprendžiant specialius ir bendrus biologinius klausimus, cheminių agentų mutageninio efekto tyrimas yra daug vertingesnis, negu radiacijos veikimo tyrimas. Reikia turėti galvoje tai, kad nūdienos žmogus vis daugiau ir daugiau yra veikiamas cheminių agentų — farmakologinių sintetinių preparatų, antibiotikų, atmosferos dujų (pavyzdžiui, cheminėse gamyklose) ir kt. Daugelis šių cheminių agentų gali būti mutageniniai. Cheminė mutagenezė tapo atskiro genetikos skyriaus tyrimo objektu.

Jau dabar esame pasiekę tokį mokslo lygį, kada tvirtai galima teigti, jog beveik visi kenksmingi veiksniai gali sukelti mutageninį efektą. Tapo aišku, kad paveldimas kintamumas — tai pusiausvyros tarp organizmo ir aplinkos sutrikimo pasekmė. Be to, mutacijos gali būti indukuotos abiem kryptimis: tiesiogine — iš „laukinio" tipo į mutantinį ir grįžtama — iš mutantinio į „laukinį" tipą. Mutageninių veiksnių efektyvumas priklauso ir nuo jų cheminės bei fizinės prigimties, ir nuo organizmo bei jo ląstelių būklės, taip pat nuo organizmo genotipo.

Ten pat, p. 384.

Dabartinis požiūris į geną

Taigi į geną nūnai žiūrima kaip į aukščiausią struktūrinį paveldimumo vienetą, nulemiantį specifinio fermento arba kokio nors kito baltymo sintezę besivystančiame organizme. Pagal dabartinį požiūrį į baltymų sintezės procesus organizme tai reiškia, kad geno savybes nulemia nukleotidų — pagrindinių DNR elementų — išsidėstymo seka, užtikrinanti aminorūgščių reprodukciją tokiu deriniu, kuris reikalingas konkrečiam fermentui susidaryti. Vadina-

si, genas yra DNR grandinės dalis, apimanti šimtus nuosekliai išsidėsčiusių nukleotidų.

Mutacinio proceso metu pasikeičia nukleotidų seka arba iškrinta tam tikras DNR fragmentas. Šis procesas gali ir neapimti viso geno, o tik įvairias, kiekvieną kartą kitokias jo dalis — didesnes ar mažesnes nukleotidų grupes. Taigi paveldimumo vienetas mutaciniame procese — tai viena ar kita sudėtinė geno dalis.

Pagaliau, vykstant rekombinacijai, teoriškai įmanomi bet kokie DNR grandinių mainai fragmentais. Kaip parodė bandymai su fagais ir bakterijomis, šie fragmentai gali būti labai maži, netgi atskiri nukleotidai. Tokiems patiems mažiausiems paveldimumo vienetams aptikti reikia tik, kad jų dažnį atitiktų kryžminimų skaičius, t. y. kad būtų pakankamai palikuonių.

Dabar visiems šiems geno elementams atskirti yra priimti specialūs terminai... Mažiausias iš randamų paveldimumo vienetų, kaip matėme, yra vienetas, sugebantis rekombinuotis kryžminant. Jis pavadintas „r e k o n u“. Mutavimo vienetas pavadintas „m u t o n u“. Kadangi mutono ilgį galima nustatyti tik vieninteliu būdu — gaunant rekombinantus tarp skirtingų mutonų, dabar nėra griežto kriterijaus rekono ir mutono galimam santykiniam dydžiui skirti. Teoriškai jie gali būti vienodai maži, t. y. apimti vieną nukleotidą. Tokį teoriškai mažiausią mutavimo ir kombinavimosi vienetą pasiūlyta vadinti specialiu terminu „s a i t a s“... Pagaliau vienetas, nulemiantis kurią nors paveldimą funkciją, pavyzdžiui, kokio nors fermento, būtino organizmo gyvybinei veiklai, buvimą ar nebuvimą, vadinamas „c i s t r o n u“. Tyrimai parodė, kad bet kurią atskirą biosintezės grandinę kontroliuoja ne vienas cistronas, o du ir daugiau, kiekvienas nulemdamas tik vienos grandies tokioje grandinėje buvimą ar nebuvimą. Tokiu atveju genas, nulemiantis visą grandinę biosintetinių procesų, dėl kurių susidaro arba ne koks nors būtinas organizmo gyvybinei veiklai baltymas, apima daugiau kaip vieną cistroną.

Taigi „klasikinės“ genetikos genas niekur nedingo ir nebuvo paneigtas, jis yra, bet kombinavimosi, mutavimo ir funkcionavimo procesuose vienais atvejais veikia kaip vientisas vienetas, o kitais atvejais suskyla į smulkesnius elementus, kurie savo paveldimas ypatybes realizuoja nepriklausomai ir savitai.

Požiūrio į geną evoliucija genetikoje primena evoliuciją, kurią pergyveno ir toliau pergyvena požiūris į atomą fizikoje. Atomas seniai nustojo reikšmės kaip nedalomas materijos elementas. Tačiau jis ir jo elementai skaidosi, ir niekas neabejoja, kad realiai egzistuoja atomas kaip sudėtinga visuma.

А. Е. Г а й с и н о в и ч. Зарождение генетики. М., «Наука», 1967, p. 173, 174.

Citoplazminis paveldimumas

Plastidinis paveldimumas

Esama tokių margalapių snapučių, kurių augimo taškų epidermio ir subepidermio sluoksniuose yra ląstelių grupės su plastidėmis, negalinčiomis sintetinti chlorofilo, o gilesnių sluoksnių ląstelėse plastidės esti normalios. Todėl kartais tokių augalų išauga normalios žalios ir visiškai baltos šakelės. Iš sėklų, surinktų nuo baltų šakelių, gauti sėjinukai būna negyvybingi.

Kai margalapių šakelių žiedai apdulkinami žiedų nuo žalių šakelių žiedadulkėmis ir kryžminimas esti reciprokinis [1], rezultatai būna skirtingi. Pirmuoju atveju (margalapis×žalias) hibridiniai augalai išauga margalapiai, žali arba balti (nunyksta). Reciprokinio kryžminimo atveju (žalias×margalapis) visi palikuonys būna žali. Remiantis šiais duomenimis, padaryta išvada, kad margalapiškumo paveldėjimas susijęs su dviejų tipų plastidžių — žalių ir baltų — perdavimu ir pasiskirstymu ląstelių dalijimosi metu. Kryžminimo duomenys rodo, kad plastidės perduodamos per kiaušialąstes.

O baltų arba žalių augalo dalių vystymasis iš zigotos, kurioje yra abiejų tipų plastidės, priklauso nuo šių plastidžių dauginimosi greičio bei pobūdžio ir nuo jų pasiskirstymo — išplitimo ląstelių dalijimosi eigoje. Ląstelės, po tokio pasiskirstymo gavusios tik žalias plastides, vėliau sudaro žalias audinio zonas, o gavusios tik baltas plastides — baltas zonas.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, р. 535, 536.

Citoplazminis vyriškasis sterilumas

Vienas pačių ryškiausių citoplazminio paveldimumo pavyzdžių yra citoplazminis vyriškasis sterilumas (CVS), pastebėtas daugelio augalų: kukurūzų, svogūnų, runkelių, sorų, linų ir kt. Kukurūzų citoplazminį vyriškąjį sterilumą atskleidė ketvirtame dešimtmetyje M. Chadžiñovas Tarybų Sąjungoje ir M. Rodsas — JAV.

Nuodugniausiai ištirtas kukurūzų citoplazminis vyriškasis sterilumas. Kukurūzai — vienanamiai augalai, kurių moteriškieji žiedai sudaro burbuolę, o vyriškieji — šluotelę. Kai kurių kukurūzų veislių rasta augalų, turėjusių šluotelėse neišsivysčiusių dulkinių, dažnai visiškai tuščių, o kartais su nepakankamai išsivysčiusiomis steriliomis žiedadulkėmis. Kaip pasirodė, šį požymį nulemia citoplazmos ypatybės. Vyriškai sterilius augalus apdulkinus normaliomis kitų augalų žiedadulkėmis, palikuonys daugiausia turi

[1] *Reciprokiniai* — abiejų įmanomų krypčių kryžminimai, kai kiekvienas partneris vieną kartą naudojamas kaip tėvas ir vieną kartą kaip motina. — *Sud.*

sterilias žiedadulkes. Netgi pakartojus šitokį kryžminimą per daugelį kartų, vyriškojo sterilumo požymis išlieka, persiduodamas palikuonims per moteriškąją liniją. Netgi tada, kai tokių augalų su steriliomis žiedadulkėmis visos 10 chromosomų porų yra pakeičiamos chromosomomis iš augalų su normaliomis, fertiliomis, žiedadulkėmis, vyriškojo sterilumo požymis išlieka. Visa tai įtikinamai įrodė, kad šis požymis paveldimas per citoplazmą.

Ten pat, p. 538, 539.

Augalų selekcija

Selekcijos mokslas

Selekcija — tai mokslas apie pertvarkymą esamų ir sukūrimą naujų žmogui reikalingų biologinių formų (gyvūnų, augalų, mikroorganizmų). N. Vavilovas selekciją apibūdino kaip meną, kaip mokslą ir kaip atskirą žemės ūkio gamybos šaką. Kartu jis pabrėždavo, kad šis mokslas persunktas evoliucijos mokslu ir kad jis pats — evoliucija, kuriai kryptį nurodo žmogaus valia. Selekcija vystosi, glaudžiai kontaktuodama su genetika, citologija, fiziologija, embriologija ir kitais mokslais, dažnai perimdama iš jų tyrimo metodus. Genetinės analizės taikymas suteikia daugiau galimybių selekcininkui, kuris kartu gilina, tikslina ir vysto teorinę genetiką. Jis ne tik sukuria naują veislę, bet ir parenka jai tokią aplinką, kuri leidžia pasiekti maksimalų produktyvumą. Selekcininkui reikia gerai žinoti, kaip formuojasi požymiai ir savybės organizmo individualaus vystymosi eigoje.

Sud.

Mokymas apie pradinę medžiagą. Svarbiausių kultūrinių augalų pasauliniai židiniai (kilmės centrai)

Apibendrinę tarybinių augalininkystės specialistų kolektyvo darbus, daugybę ekspedicijų į Aziją, Afriką, Pietų Europą, Š. ir P. Ameriką, iš viso maždaug į 60 šalių, taip pat po visą TSRS ir reziumavę detalius lyginamojo pobūdžio duomenis apie milžinišką naują veislių ir rūšių įvairovę, nustatėme aštuonis atskirus svarbiausių kultūrinių augalų pasaulinius židinius.

I. Kultūrinių augalų kilmės Kinijos židinys

Pirmas stambiausias atskiras pasaulinės žemdirbystės ir kultūrinių augalų kilmės židinys yra Centrinės ir Vakarų Kinijos kalnai su prisišliejusiomis prie jų žemumomis.

Kinijos židiniui būdinga nepaprastai daug kultūrinių augalų, kurių tarpe esama ir vidutinės, subtropinės, ir iš dalies pietuose atogrąžų zonos atstovų.

Svarbiausi vidurinės zonos endemai yra trys rūšys sorų, grikiai, sojos, daugelis ankštinių augalų rūšių. Itin daug čia yra endeminių specifiškų Kinijai, šakniagumbinių ir šakniavaisinių, vandens augalų.

Pagal vaisinių augalų (Pyrus, Malus, Prunus) rūšių gausumą Kinija turi būti pirmoje vietoje. Daugelis citrusinių augalų yra kilę iš Kinijos.

Įvairių bambukų ūgliai, daugybė kultivuojamų vandens augalų, iš jų ir varpinis augalas Zizania latifolia, auginamas dėl kūlėmis pažeidžiamų lapamakščių, ...kininis bastutis, didžiuliai ridikai, sveriantys iki pūdo, daugybė patiekalų iš sojos, pakeičiančių mėsą, baigiant sūriu tofu — tokia įprasta kinų augalinio maisto sudėtis. Endeminių rūšių gausumu, rūšinio ir genetinio kultūrinių augalų potencialo apimtimi Kinija pralenkia kitus židinius.

II. Kultūrinių augalų kilmės Indijos židinys

Antras pagal reikšmę ir geografinę padėtį yra Indijos arba, tiksliau, Indostano kultūrinių augalų kilmės židinys, apimantis taip pat Birmą ir Asamą (į jį neįeina Šiaurės Vakarų Indijos — Pendžabo ir šiaurės vakarų pasienio provincijos).

Indija yra ryžių, cukranendrių, daugelio ankštinių, daugelio atogrąžų vaisinių augalų, taip pat mango ir daugybės citrusinių (pavyzdžiui, citrinmedžio, apelsinmedžio, kai kurių mandarinų rūšių) tėvynė. Citrusiniais ypač pasižymi Asamos apylinkės.

Nors rūšių skaičiumi atogražų Indija ir nusileidžia Kinijai, vis dėlto, turint galvoje jos ryžius, kurie pastarajame tūkstantmetyje buvo pagrindinis Kinijos maistinis augalas, perimtas iš Indijos, atogrąžų Indijos lyginamąją dalį pasaulinėje žemdirbystėje galima laikyti netgi reikšmingesne...

III. Kultūrinių augalų kilmės Vidurinės Azijos židinys

Trečias kultūrinių augalų formavimosi židinys apima palyginti mažesnę teritoriją. Mes jį vadiname Vidurinės Azijos židiniu. Tai Šiaurės Vakarų Indija (Pendžabas, šiaurės vakarų pasienio provincijos, Kašmyras), visas Afganistanas, mūsų Tadžikistanas, Uzbekistanas ir Vakarų Tian Šanis.

Šis židinys rūšių skaičiumi gerokai nusileidžia pirmiesiems dviem, bet jo reikšmė mums yra milžiniška, nes čia paprastųjų kviečių tėvynė. Būtent čia rasta didžiulė paprastųjų

kviečių — svarbiausios Žemės duoninės kultūros — veislių įvairovė. Tai tankiavarpių ir apvaliagrūdžių kviečių tėvynė, joje atsirado visi svarbiausi ankštiniai augalai, tokie, kaip žirnis, lęšis, pelėžirnis, pupa, nutas, kuriems būdinga nepaprasta genų įvairovė. Iš šios teritorijos paplito daugelis aliejinių augalų. Čia tikriausiai pradėtas plačiai kultivuoti žolinis vilnamedis.

IV. Kultūrinių augalų kilmės Artimųjų Rytų židinys

Ketvirtas židinys susitelkęs Artimuosiuose Rytuose, į jį įeina Mažoji Azija, visa Užkaukazė, Iranas ir Kalnų Turkmėnistanas.

Kaip parodė naujausi tyrimai, šis židinys nuostabus pirmiausia nepaprastu kultūrinių kviečių rūšių gausumu. Devynios Artimųjų Rytų botaninės kviečių rūšys yra endeminės.

Mažoji Azija ir mūsiškė Užkaukazė — pagrindinė rugių tėvynė. Skirtingai negu vienatipiai Europos rugiai, jie čia pasižymi nepaprastai didele formų įvairove. Čia rasta juodavarpių ir raudonvarpių rugių ir daugybė originalių formų, taip pat naujų laukinių rugių rūšių...

Artimuosiuose Rytuose sukoncentruotas Europos sodininkystės pasaulinis potencialas. Tai vynuogių, kriaušių, skėstašakių slyvų, trešnių, granatų, graikinių riešutmedžių, svarainių, migdolų ir figmedžių tėvynė. Pirmieji sodai, be abejonės, buvo įveisti Artimuosiuose Rytuose.

Iš Turkijos, Irano ir mūsiškės Vidurinės Azijos plinta visa pasaulinė melionų įvairovė, iki šiol toli gražu nepilnai išsemta dabartinės selekcijos. Iš Artimųjų Rytų kilusios svarbiausios pašarinės žolės: liucerna, persinis dobilas, kelios esparceto rūšys, ožragė, sėjamasis vikis ir kt.

V. Kultūrinių augalų kilmės Viduržemio pajūrio židinys

Penktam, Viduržemio pajūrio židiniui būdingas savotiškas, nors ne toks reikšmingas, palyginti su pirmaisiais keturiais židiniais, kultūrinių augalų rinkinys.

Neabejotinai čia yra alyvmedžio, saldžiavaisio pupmedžio tėvynė. Iš čia yra kilusios daugelis daržovių, taip pat ir runkelis. Greta Kinijos tai svarbiausias pasaulinis daržovių židinys. Daug senų pašarinių augalų yra kilę iš Viduržemio pajūrio šalių...

Daugelio svarbiausių kultūrinių augalų, pavyzdžiui kviečių ir ankštinių augalų, veislinė ir rūšinė sudėtis rodo, kad Vidur-

žemio pajūris yra antrinis jų kilmės židinys ir kad žmogus labai daug nuveikė, nuo gilios senovės gerindamas veisles. Daug Viduržemio pajūrio kultūrinių augalų, pavyzdžiui, linai, miežiai, pupos, nutas, pasižymi grūdų ir vaisių stambumu, o Vidurinėje Azijoje, kur jų pagrindinė tėvynė, grūdai smulkūs. Šiame židinyje sukoncentruoti daugiausia dominantiniai šių augalų genai. Visos Viduržemio pajūrio kultūros — tai ryškus pavyzdys, koks didelis žmogaus vaidmuo, atrenkant produktyviausias augalų formas.

VI. Kultūrinių augalų kilmės Abisinijos židinys

Šeštas, Abisinijos židinys. Ekspedicija, kurią suruošėme 1927 m. į Abisiniją, Eritrėją ir Somalį, ir surinktos gausios medžiagos tolesni lyginamieji tyrimai parodė, kad Abisinijos kultūrinė flora yra savita ir kad čia (ir kalnų Eritrėjoje) neabejotinai egzistuoja autonominis pasaulinis kultūrinių augalų židinys...

Kviečiais apsėjama, pavyzdžiui, Abisinijoje, ne daugiau kaip pusė milijono hektarų, o tai sudaro labai menką dalį bendro pasaulinio šios kultūros ploto (160 mln. ha). Tačiau pagal kviečių botaninių varietetų skaičių Abisinija turėtų būti pirmoje vietoje. Be to, Abisinijos kviečiai iš tikrųjų turi būti išskirti botaniškai į atskiras rūšis, kaip tai patvirtino genetiniai ir fiziologiniai duomenys. Čia yra kultūrinių miežių formavimo centras. Niekur nėra tokios miežių formų ir jų genų įvairovės, kaip Abisinijoje. Kelios kultūrinių augalų gentys, pavyzdžiui, duoninė varpinė kultūra tefas..., aliejinė kultūra nugas... susijusios tik su Abisinija. Linų čia savotiškos formos, auginamos ne dėl pluošto ir ne dėl aliejaus, o tik dėl sėklų, iš kurių gaunami miltai. Kitaip tariant, linai Abisinijoje yra grūdinė kultūra.

VII. Kultūrinių augalų kilmės Pietų Meksikos ir Centrinės Amerikos (įskaitant Antilų salas) centras

Naudojantis botaniniu geografiniu diferenciniu metodu, buvo įrodyta, kad šis rajonas yra pagrindinis kukurūzų ir artimiausios jiems laukinės rūšies teosintės židinys, pagrindinių amerikinių pupelių rūšių, moliūgų, pipirų, daugelio vaisinių atogrąžų augalų tėvynė. Iš čia atėjo kakavmedžio kultūra. Greičiausiai, kad tai ir batato tėvynė. Iš Pietų Meksikos paplito amerikinis uplando vilnamedis, kuriuo pagrįsta visa pasaulinė medvilnės pramonė. Kukurūzai čia turėjo tokią pat reikšmę, kaip kviečiai Senojo pasaulio židiniuose; be jų ten nebūtų atsiradusi majų civilizacija.

Šiame, aštuntame, židinyje tarybinės ekspedicijos atrado milžiniškus, iš esmės visiškai neliestus kultūrinių augalų rezervus, aptiko dešimtis naujų, mokslui nežinomų, kultūrinių ir artimų joms laukinių bulvių rūšių, vartojamų indėnų gentyse. Peru aukštikalnėse, Bolivijoje ir Ekvadore yra gausybė endemų, pradedant originaliomis bulvių rūšimis ir baigiant savotiškais stiebagumbiniais augalais (oka, anju, uljuko), iki šiol būdingais tik šiai Žemės rutulio daliai. Iš grūdinių kultūrų čia gausiai auginamos savotiškos balandūnės rūšys.

Pagal Н. И. Вавилов. Избр. произв. Т. I. Л., «Наука». 1967, p. 353—383.

Kintamumo, reikalingo atrankai, šaltiniai

Pradinės medžiagos įvairovė yra būtina sąlyga, kuriant naujas augalų ir gyvūnų veisles. Be to, svarbūs visi kintamumo tipai: kombinuotas, mutacinis ir poliploidija.

Kombinuotas kintamumas

Pavyzdžiui, kailinių žvėrelių (audinių, lapių) ir graužikų (triušių) kailio spalvos paveldėjimas yra gerai ištirtas, todėl dabar kailinėje žvėrininkystėje galima iš anksto užplanuoti įvairias kailio spalvas ir jas gauti tam tikrais kryžminimais... Kai kurių mutantinių genų kombinacijos su laukinio tipo genais... duoda įvairias audinių kailio spalvas, įvairuojančias nuo tamsiai rudos iki gelsvos ir nuo tamsiai pilkos ir žydros iki baltos. Pagal kailio spalvos genus šiuo metu nustatyta, kad audinė turi apie 20 serijų polialelių. Remdamasis žiniomis apie genų sąveikos pobūdį ir apie požymių išsiskyrimo dėsningumus, žvėrių augintojas gali gauti norimą kailio spalvą. Pavyzdžiui, sukryžminus platininės spalvos audinę su aleutine (kiekvieną šių spalvų nulemia vienas recesyvinis mutantinis genas), hibrido kailio spalva bus laukinio, t. y. standartinio, tipo. Sukryžminus heterozigotines audines, F_2 bus tipiškas dihibridinis požymių išsiskyrimas santykiu 9 : 3 : 3 : 1, arba 56% audinių turės laukinio tipo kailį, 19% bus aleutinių, 19% — platininių ir 6% turės safyro spalvos kailį. Pastarosios bus homozigotinės pagal abu recesyvinius — aleutinės ir platininės spalvos — genus.

...Dabar nustatyta daugiau kaip 40 kukurūzų genų mutacijų, pakeičiančių endospermo biochemines savybes. Didelė šių mutacijų dalis yra pakeitusi endospermo angliavandenių (krakmolo, cukraus, sacharozės ir polisacharidų) sudėtį.

Dviejų geografiškai tolimų miežių varietetų (japoniškojo ir afganiškojo) hibrido varpos

Krakmolą sudaro dviejų tipų molekulės — amilozės ir amilopektino...

...Genų, veikiančių amilozės kiekį endosperme, kombinuotas kintamumas leidžia, derinant alelius ir genus, plačiose ribose (nuo 40 iki 73%) keisti amilozės procentą krakmole. Pradinė forma (dantiniai kukurūzai) amilozės teturi apie 27%.

Taigi, kombinuojant įvairias mutacijas, galima sukurti pradinę medžiagą selekcijai.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 636—637, 640, 641.

Kintamumas kryžminant geografiškai tolimas formas. Mičiurino žieminė berė

1903 m. pirmą kartą pražydusio jauno šešiamečio „usūrinės" kriaušės medelio keli žiedai buvo apvaisinti vazoninės kriaušės egzemplioriaus žiedadulkėmis, kurias gavau iš pažįstamo sodininko mėgėjo. Šią kriaušę jis neteisingai vadino „bere dil",— jos tikras pavadinimas yra „berė rojal", vėliau šitai buvo matyti iš hibrido vaisių formos panašumo į „rojal" kriaušės vaisius.

Jaunas, pirmą kartą žydintis „usūrinės" kriaušės medelis buvo parinktas motininio augalo vaidmeniui todėl, kad laukinių rūšių senesni medeliai, sukryžminus juos su kultūrinėmis veislėmis, gali ypač veiksmingai perduoti hibridams savo savybes; o jaunų, išaugintų iš sėklų augalų šis poveikis hibridams yra gerokai silpnesnis.

Tokiu būdu gauti 1904 m. pavasarį daigai ir vėliau iš jų išauginti penki hibridiniai sėjinukai davė šitokius rezultatus.

požymių išsiskyrimas. Pateiktos F_1 pradinių formų ir kai kurių $F_2 — F_4$ formų

1911 m. du sėjinukai subrandino smulkius neskanius vasarinius vaisius; jų kamienus labai nudegino saulė.

1912 m. trečiasis sėjinukas, turintis ypač storus ūglius (todėl aš jį pavadinau „storaūgliu"), vedė puikius, skanius vaisius, išsilaikančius iki sausio mėnesio, tačiau šios veislės vaisių kokybė — ir skonis, ir išsilaikymo trukmė — tik pamažu gerėjo vėlesniais metais.

Ketvirtasis sėjinukas, kurį pavadinau „rakovka", 1912 m. subrandino pirmuosius vaisius: stambius, su raudonomis dėmėmis žaliame fone, gero skonio, rudeninius.

Penkto sėjinuko, mano pavadinto „Mičiurino žiemine bere", medelio savybės ir vaisių kokybė sėkmingai sujungė abiejų tėvinių augalų teigiamas savybes, be to, jos sudarė tokį derinį, kad ši nauja, tipiška žieminė kriaušių veislė, be abejo, bus įvertinta kaip pirmos kategorijos labai tinkama TSRS vidurinės ir iš dalies net šiaurinės juostos sodams.

И. В. Мичурин. Итоги шестидесятилетних работ. М., Изд-во АН СССР, 1950, p. 232—236.

Bezostaja-1

Tolimi kongruentiniai[1] kryžminimai ir dabar turi labai didelę reikšmę augalų selekcijoje. Ryškus toks pavyzdys gali būti žieminiai kviečiai Bezostaja-1, palankiomis sąlygomis duodantys iš 1 ha 45—50 cnt grūdų. Šią veislę sukūrė akademikas P. Lukja-

[1] Kongruentiniais vadinami tokie tolimi kryžminimai, kai tėvinės formos, nors ir labai besiskiriančios genais, turi „atitinkamas" chromosomas. — *Sud.*

nenka, naudodamas kongruentinę tolimąją hibridizaciją (kryžmino geografiškai tolimus kviečių varietetus).

P. Lukjanenkos laimėjimas — ne laimingas atsitiktinumas, tai buvo pasiekta, sumaniai panaudojant pasaulinę VAI [1] kolekciją ir savitą atrankos sistemą, kurią jis pats sukūrė ir nuosekliai taikė. Mokslininkas šia selekcija siekė patenkinti pirmiausia Šiaurės Kaukazo ir Pietų Ukrainos gamybinius poreikius — stengėsi išvesti naujas žieminių kviečių veisles, kurios būtų atsparios rūdims ir kūlėms, turėtų tvirtą, neišgulantį stiebą, būtų labai derlingos, nebijotų šalčių ir sausrų, o grūdai pasižymėtų puikiomis malimo ir duonos kepimo savybėmis.

Tokioms veislėms gauti šis tyrinėtojas plačiu mastu taikė geografiškai tolimų tos pačios rūšies formų kryžminimą, o po to jaunas hibridines veisles pakartotinai kryžmino su kitomis kultūrinėmis selekcinėmis veislėmis. Kryžminant motininiu augalu paprastai būdavo imama viena vietinių veislių, gerai prisitaikiusių prie savitų Šiaurės Kaukazo sąlygų, o tėviniu augalu — geografiškai tolima veislė, turinti ūkiniu požiūriu vertingus požymius ir savybes, kurių trūksta vietinei veislei (Kanados ir Argentinos veislės, žieminių kviečių pavyzdžiai iš VDR ir kt.).

Kiekvieno kryžminimo tipo būdavo apdulkinama 2—4 tūkstančiai žiedų, todėl antrojoje kartoje, kurioje ir vykdoma pagrindinė atranka, susidarydavo pakankamai daug augalų. Iš antrosios kartos pagal galimybes buvo išrenkami visi vertingiausi augalai, iš kurių suformuojama kiekvieno kryžminimo tipo 500—1000 linijų. Hibridų, gautų sukryžminus labai tolimas ekologiniu požiūriu formas, paveldimojo kintamumo mastai ypač dideli, tad jų atranka pradedama trečiojoje kartoje ir išskiriama daugybė atrankinių linijų. Visos jos pasėjamos selekciniame daigyne — po 7—10 tūkstančių hibridinių linijų kasmet...

...Iš 10 tūkstančių linijų, pasėtų selekciniame daigyne, tinkamų konkursiniam veislių tyrimui paprastai būna tik 30—40.

Д. П. Петров. Генетика и сельское хозяйство. М., «Колос», 1967, р. 142, 143.

Tarprūšinių ir tarpgentinių hibridų pavyzdžiai

Ankstyvoji auksinė kinietė. Tokios veislės ypač reikalingos šaltesnėms vietovėms, kur trumpas augalų vegetacinis vystymasis ir žieminių vaismedžių veislių vaisiai paprastai nespėja prinokti, o ankstyvųjų veislių mediena geriau sumedėja, negu žieminių, todėl ankstyvosios veislės paprastai esti atsparesnės šalčiams, negu tos, kurių vaisiai prinoksta vėliau.

Visa tai, kartu paėmus, davė man dingstį, išvedant obelų kultūros veisles tolimiausioms šiaurinėms sritims, sukryžminti tokius tėvinius augalus: atspariausią šalčiams mūsų vietovės „ki-

[1] VAI — Visasąjunginis augalininkystės institutas. — *Vert.*

niškąją obelį“ su seniai žinoma sena veisle „baltuoju alyviniu“, kurios vaisiai labai anksti prinoksta ir, be to, ji labai atspari šalčiams.

1894 m. apdulkinau „baltojo alyvinio“ žiedus „kinietės“ žiedadulkėmis. Sėklos išdygo 1895 m. pavasarį. Pirmieji vaisiai pasirodė 1907 m., 12-aisiais medelio gyvenimo metais.

Šitaip sukryžminus, gautas hibridas, kurį pavadinau „ankstyvąja auksine kiniete“, taip anksti nunokino vaisius, kaip nė viena iki šiol mūsų apylinkėje auginama veislė.

Hibrido vaisiai, sveriantys 30 g, nunoksta liepos viduryje. Ši veislė vertinga tuo, kad ją bus galima sėkmingai auginti šaltose vietovėse su sąlyginai trumpu vegetaciniu laikotarpiu, o tai leis obels paplitimo ribą pastūmėti gerokai į šiaurę.

Cerapadusas Nr. 1 — tai tarprūšinio hibrido egzemplioriusi, labai geras tėvinis augalas ir vešliai augantis poskiepis.

Iš vaismedžių tarprūšinio kryžminimo bandymų ypač įdomus tas atvejis, kai 1920 m. buvo gautas hibridas, išaugęs iš kaulelio stepių vyšnios sėjinuko, kurio žiedas 1919 m. buvo apdulkintas japoniškosios ievos žiedadulkėmis... 1923 m. šis naujas hibridas, kad pagerėtų jo savybės, įakiuotas į trešnę, kuri šiuo atveju buvo mentorius.

Pirmą kartą sėjinukas subrandino vaisius 1925 m., 6-aisiais augimo metais. Pasirodė, kad šis dviejų tolimų rūšių... (japoniškosios ievos... ir stepinės vyšnios sėjinuko...) hibridas daugiau kaip dvigubai greičiau auga už motininę vyšnią.

Be to, skiepijant akute į penkiametį trešnės poskiepį, atliekantį mentoriaus vaidmenį, iš vienintelio hibrido auginio buvo gautos trys atskiros skirtingos sandaros veislės.

Granatinis. Čia aprašysiu nepaprastai įdomų tarpgentinį hibridą, kurį pavadinau „granatiniu“ šermukšniu. Jis buvo gautas, 1925 m. pavasarį apdulkinus mūsiškio paprastojo šermukšnio žiedus... sibirinės gudobelės žiedadulkėmis...

Sėklos sudygo 1926 m. pavasarį. Pirmieji vaisiai pasirodė 1930 m., 5-aisiais augimo metais.

Šio hibrido medelis yra vidutinio dydžio, su neporinėmis lapo skiltimis; jis subrandina briaunotos formos stambius kaip vyšnios vaisius, pasižyminčius maloniu saldžiarūgščiu skoniu, be kartumo, tinkamus konditeriniams produktams gaminti. Medelis labai derlus ir gana atsparus mūsų atšiaurioms žiemoms.

Granato spalvos vaisiai sukrauti į labai gražias, efektingai atrodančias kekes, todėl šermukšnį ir pavadinau „granatiniu“.

Šią šermukšnių veislę verta kuo plačiausiai išplatinti po RTFSR, Sibiro šiaurės zonos kolūkius ir tarybinius ūkius, nes jo vaisiai gali būti labai sėkmingai naudojami techniniam perdirbimui.

И. В. Мичурин. Итоги шестидесятилетних работ. М., Изд-во АН СССР, 1950, р. 205, 206, 341, 342, 278, 279.

Kaip įveikti tolimų formų nesikryžminimą

...Vykdant tokius kryžminimus, labai gelbsti būdas, kurį pavadinau „išankstiniu vegetatyviniu suartinimu“. Jo esmė tokia: imami keli vienerių metų hibridų sėjinukų skiepūgliai ir įskiepijami sudūrimu į kitos rūšies arba genties suaugusio medelio vainiko šakas, pavyzdžiui, kriaušė — į obelį, šermukšnis — į kriaušę, svarainis — į kriaušę, migdolas, abrikosas arba persikas — į slyvą ir t. t. Ir štai iš kelių tokiu būdu įskiepytų skiepūglių kartais tik nedidelė dalis, ypač kaulavaisių veislių, prigyja. Paskui penkerius šešerius metus tokie skiepūgliai auga, nuolat veikiami viso poskiepio vainiko lapų masės, ir pamažu, dar nepradėjus žydėti, jų sandara iš dalies taip pakinta, kad vėlesnis kryžminimas tampa lengvesnis.

Ten pat, p. 41—42.

Migdolas „tarpininkas“

Dar 1885 m. užsibrėžiau įveisti Vidurio Rusijos vietovėse persiko kultūrą. Iš pirmo žvilgsnio atrodė, jog įvykdyti tokį uždavinį visiškai neįmanoma, pirmiausia todėl, kad mūsų vietovėje, kur klimatinės sąlygos palyginti atšiaurios, atvirame lauke ne tik negali augti nė viena šių pietinių vaisinių augalų kultūrinė veislė, bet netgi laukinių mūsų miškuose, išskyrus tik vieną keružinę kryklę, vadinamąjį laukinį migdolą..., nėra kitų atstovų, labai reikalingų hibridinimo būdu išvesti savoms vietinėms ištvermingoms veislėms. Deja, daugkartiniai bandymai sukryžminti laukinį migdolą su persiku visiškai nedavė jokios vilties, kad būtų galima sujungti šiuos augalus: jau perdaug tolimos savo sandara šios rūšys.

Teko išvesti naują augalą, tinkantį būti tarpine grandimi. Žinodamas, kad apskritai tolimos savo sandara grynos augalų rūšys daug sunkiau hibridinamos, negu įvairūs hibridai, o ypač neseniai atsiradę, 1903 m. apdulkinau mongolinės kryklės aukštaūgės atmainos sėjinuko žiedus... „Dovydo persiko“, laisvai augančio Šiaurės Amerikos šiltesnio klimato valstijose, žiedadulkėmis.

Iš hibridų atrinktas sparčiau augantis, ištvermingas ir persikui artimesnis sėjinukas pirmą kartą labai gausiai žydėjo stambiais šviesiai rausvais žiedais. Medelis išaugo daugiau kaip 2 metrų aukščio, nepaprastai atsparus atšiauriems šalčiams: 38°C šaltyje ūgliai ne tik nenukenčia nuo šalčio, bet netgi ir žiediniai pumpurai išlieka nė trupučio nepažeisti. Žiedai nepaprastai atsparūs ir rytinėms pavasario šalnoms. 1930 m. pavasarį šalnos iki —8°C užklupo migdolą „tarpininką“ per patį žydėjimą, tačiau šie šalčiai nei žiedams, nei vėliau vasarą vaisių derliui visiškai nepakenkė. Migdolas taip pat gausiai uždėrėjo, kaip

ir ankstesniais metais, kada, jam žydint, pavasarinių šalnų nebuvo.

Šiaurės Mandžiūrijoje, kur mūsiškės senos europinės vaismedžių veislės, tokios, kaip „antaninė“, „skrižapelis“ ir kt., visiškai iššąla besniegėmis šaltomis Mandžiūrijos žiemomis, migdolas „tarpininkas“ puikiausiai jaučiasi ir kasmet gausiai dera.

Migdolo „tarpininko“ vaisių minkštimas, nors ir nesultingas, bet jo yra nepalyginamai daugiau, negu mūsiškio laukinio migdolo. Apdulkinus „tarpininko“ žiedus stambiavaisių persiko veislių žiedadulkėmis, jis suformuoja iki 20% mezginių, be to, hibridinių vaisių išvaizda išlieka tokia pat, tik kauliukas esti pailgesnis.

Taigi migdolo hibridas yra tarpinė grandis tarp migdolo ir persiko, todėl jis ir buvo pavadintas „tarpininku“.

1928—1929 m. itin speiguotą žiemą motininis hibrido „tarpininko“ medelis visai nenukentėjo, o žymi dalis migdolo „tarpininko“ ir persiko „geležinis kancleris“ hibridų, iki tos žiemos augusių visiškai atvirame lauke be jokios apsaugos, tą šaltą žiemą iššalo.

Be didelės mokslinės ir praktinės reikšmės, išvedant naujas šalčiams atsparias persikų rūšis Tarybų Sąjungos vidurinei juostai, migdolas „tarpininkas“ gali būti labai naudingas, auginant jį masiškai vaistiniam migdolų aliejui gaminti.

Ten pat, p. 423—425.

Mutacinis kintamumas — medžiaga selekcijai

Kaip pavyzdį panagrinėkime „saldžiojo“ lubino sukūrimo istoriją. Visų lubino rūšių sėklose yra nuodingų alkaloidų, o šių augalų šaknyse — gumbelinių azotą fiksuojančių bakterijų. Todėl ilgą laiką manyta, kad lubinas netinka gyvulių pašarui, ir buvo naudojamas tik kaip žalioji trąša. Kitų ankštinių augalų rūšių yra formų, kurių sėklose nėra alkaloidų, ir, remiantis homologinių eilių dėsniu, buvo galima spėti, kad tokių mutacijų esama ir lubino. Saldžiojo lubino mutacinių individų ieškota supaprastintu bealkaloidžių sėklų nustatymo metodu, todėl buvo galima patikrinti labai daug medžiagos ir rasti augalus su bealkaloidinėmis sėklomis. Tačiau rastieji saldžiojo lubino individai turėjo kitą neigiamą savybę, būtent: jų ankštys atsidarydavo dar prieš derliaus nuėmimą ir sėklos išbirdavo. Vėliau, patikrinus 10 milijonų augalų, vis dėlto buvo rastas vienas su neatsidarančiomis ankštimis, bet vėl — subrendusios šio individo ankštys nukrisdavo. Padauginus šio augalo palikuonis, imta ieškoti jų mutantinių formų, kurių ankštys nekrinta, ir tokių augalų buvo rasta. Po to saldžiojo lubino selekcija nukrypo į atranką tokių formų, kurių sėklose gausu baltymų ir jos dygsta be ramybės periodo, taip pat į atranką

augalų, turinčių aukštą žiedyną, gerai derančių ir t. t. Visais šio darbo etapais tyrinėtojams buvo svarbiausia atrinkti atitinkamus mutantus, kurie galimi pagal paveldimojo kintamumo homologijos dėsnį.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, р. 643, 644.

Radiacijos taikymas selekcijoje

Radiacija iš griovėjos tapo kūrėja. Dešimtys laboratorijų daugelyje šalių dabar naudoja jonizuojančius spindulius naujoms žemės ūkio kultūrų veislėms išvesti. Sukurti specialūs radiacijos naudojimo žemės ūkyje centrai.

Šie centrai nemažai nuveikė. Štai vienas iš daugelio pavyzdžių. Švedijoje hibridinimo ir atrankos būdu buvo gauta labai derlinga miežių veislė „bonus“. Tačiau gausiai tręšiami drėgną vasarą jie išguldavo. Švedų genetikai žinojo, kad, apšvitinus miežių sėklas, palikuonių tarpe gana dažnai atsiranda žemaūgių individų su tvirtu neišgulančiu šiaudu. Jie apšvitino rentgeno spinduliais „bonus“ veislės sėklas ir iš palikuonių atrinko trumpastiebius tvirto šiaudo individus, išaugusius iš apšvitintų sėklų. Atrinktieji augalai buvo pradininkai naujos „palas“ veislės, kuri išlaikė derlingumą ir kitas vertingas „bonus“ veislės ūkines savybes ir neišguldavo (1958 metai).

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966, р. 140.

Mikroorganizmų selekcija

Radiacinė genetika atskleidė naujas galimybes mikroorganizmų selekcijai. Demereco labaratorijoje (JAV) buvo pradėti darbai, siekiant gauti naują penicilino biotipą. Veikiant gama spinduliais, netrukus buvo sukurtas biotipas X-1612, dvigubai produktyvesnis už savo pirmtaką. Ilgą laiką biotipas X-1612 buvo pagrindinis šio puikaus vaisto gavimo šaltinis. Vėliau, veikiant vis tais pačiais gama spinduliais, pavyko gauti dar vertingesnį mutantą, kuris išskirdavo net iki 900 penicilino vienetų. Tačiau, be visų gerų jų savybių, naujasis biotipas turėjo esminį trūkumą: terpę jis nudažydavo geltonai. Preparato gryninimas brangiai atsieidavo, dalis brangaus penicilino šios operacijos metu būdavo prarandama.

Genetikai turėjo gauti bespalvius mikroorganizmus. Biotipas buvo apšvitintas ultravioletiniais spinduliais ir gautas naujas mutantas, kuris jau neišskirdavo geltono pigmento, bet jo produktyvumas vėl sumažėjo. Tik po kelerių metų išeita iš užburto rato: naujai sukurtas biotipas 47-1564 išskirdavo 2000 penicilino

vienetų vienam terpės mililitrui ir nesintetino geltono pigmento. Tai buvo neeilinė genetikos pergalė.

Dabar užsienyje naudojami mutantiniai biotipai, kurie išskiria 3000 vienetų. Mūsų šalyje yra biotipas „naujasis hibridas", beveik du kartus produktyvesnis už savo Vakarų kolegą. Tarybinių mokslininkų grupė — S. Alichanianas, L. Borisova, F. Klepikova, S. Mindlinas — šį biotipą sukūrė, naudodami ultravioletinius spindulius ir etileniminą.

...Visasąjunginio antibiotikų mokslinio tyrimo instituto laboratorijoje, naudojant radiacinę ir cheminę selekciją, gauta keletas labai produktyvių antibiotikų biotipų, kurie padėjo pagerinti visą vaistų pramonės technologiją.

Ten pat, p. 149, 150.

Poliploidija ir selekcija

Visasąjunginiame augalininkystės institute, tame pačiame, kuriam daug metų vadovavo akademikas Nikolajus Vavilovas, dirba Nina Lebedeva. Ji bando sukurti bulvę, atsparią įvairioms ligoms.

Laukinių rūšių, iš kurių atsirado kultūrinės bulvės, sausos sėklos dedamos į Petri lėkštelę. Jos daiginamos silpname vandeniniame kolchicino tirpale. Sudygusios sėklos vienam mėnesiui persodinamos į dėžes su puvenomis. Šiuo laikotarpiu joms reikalinga rūpestinga priežiūra, nes paveiktos sėklos yra labai jautrios. Po to sustiprėję augalai persodinami į lauką.

Poliploidinė bulvė stebėtinai skiriasi nuo pradinės „laukinukės" pirmiausia dydžiu. Augalas 10—15 centimetrų aukštesnis, sėklos stambesnės. Stiebagumbiai du kartus didesni už įprastus. Ir svarbiausia, kas mus domina, yra tai, kad laukinės bulvės poliploidinės formos, kaip ir pradinės, visiškai nebijo ligų, kurioms neatsparūs paprastos kultūrinės bulvės stiebagumbiai. Kelis tokius eksperimentiniu būdu iš laukinių bulvių rūšių gautus poliploidus N. Lebedeva sukryžmino su kultūrinėmis veislėmis. Ji gavo daugybę poliploidinių tarprūšinių hibridų, atsparių įvairioms ligoms ir kenkėjams. Iš hibridų N. Lebedeva atrinko kandidatus į naujas rūšis — atsparius ligoms, geros lizdo formos ir labai derlingus augalus. Dabar vyksta jų valstybinis tyrimas.

Michailas Ternovskis, dirbdamas Tabako ir machorkos institute, sukryžmino kultūrinį tabaką su laukiniu. Šie hibridai buvo nevaisingi. Tačiau, kaip jau žinome, dar 1927 metais G. Karpečenka parodė, kad, padvigubėjus tarprūšinių sterilių hibridų chromosomų skaičiui, homologinės chromosomos tampa porinės, todėl tokie hibridai esti vaisingi. Pavyko išvesti ir vaisingus tabako hibridus. Kryžminant šiuos poliploidinius hibridus ir vykdant jų atranką, buvo sukurtos geriausios tarybinio tabako veislės („trapezond-161", „diubek-7", „diubek-566", „amerikan-287"),

turinčios kompleksinį imunitetą tokioms ligoms, kaip miltligė ir tabako mozaika. 1964 metų duomenimis, M. Ternovskio išvestomis veislėmis Tarybų Sąjungoje apsėta 85 procentai tabakui skirto ploto. Šios veislės pradėtos sėti ir užsienyje.

Ten pat, p. 51, 53.

Pradinių formų parinkimas kryžminimui

Rūšis, atstovaudama vieningai organizmų visumai, susideda iš atskirų populiacijų. Populiacija vadinama visuma laisvai tarpusavy besikryžminančių vienos rūšies individų, kurie turi bendrą gyvenamąją vietą ir yra prisitaikę prie tam tikrų gyvenimo sąlygų. Populiacija susidaro, veikiant gyvenimo sąlygoms daugiausia dėl paveldimumo, kintamumo ir atrankos veiksnių tarpusavio sąveikos. Populiacijų formavimosi procesas — tai savotiškas būdas „priderinti" rūšį prie konkrečių jos gyvenimo sąlygų. Gyvūnų ir augalų veislės, kuriamos dirbtinės atrankos būdu, taip pat susideda iš atskirų populiacijų.

...Gamtoje kiekvienos rūšies populiacijoms būdingas genetinis įvairumas. Bet mes to dažnai nepastebime. Populiacijos ir rūšies individų išvaizda mums atrodo sąlygiškai vienoda. Tokį sąlyginį gyvūnų ir augalų vienodumą, įgalinantį sistematikus priskirti gyvūnus ir augalus tam tikromš rūšims, porūšiams arba rasėms, sukuria natūralioji atranka. Atranka nulemia ne tik rūšies įvairovę, bet ir jos vienodumą.

Tačiau vienodi esti tik pagrindiniai, tipiški tam tikros populiacijos individų bruožai, požymiai ir savybės. Tik pradėję detaliai genetiškai analizuoti populiacijos sudėtį, skirstydami ją į atskiras linijas, tuojau pat pastebėsime didžiulį genotipinį kintamumą. Be to, pasirodo, kad kiekviena populiacija, kurios individai ilgą laiką vienas su kitu kryžminosi, ribotoje teritorijoje tam tikromis klimatinėmis sąlygomis pasižymi tik jai būdingu kintamumu.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 604.

Mokymas apie grynąsias linijas

Mokymą apie grynąsias linijas, pagrįstą G. Mendelio mokymu ir savo paties bandymais su pupelėmis ir miežiais, 1903 m. paskelbė švedų mokslininkas V. Johansenas nedidelės apimties knygoje „Apie paveldimumą grynosiose linijose ir populiacijose".

Grynąja linija Johansenas pasiūlė vadinti „vieno autogaminio [1] ir homozigotinio individo palikuonis". Remdamasis Mendelio dėsniais, Johansenas buvo tos nuomonės, kad grynosios linijos ri-

[1] Autogaminis — pats apsivaisinantis (savidulkis) individas. — *Sud.*

bose genetinės įvairovės neturi būti, o faktiškai matomi skirtumai yra grynai fenotipinio pobūdžio ir priklauso nuo išorinių sąlygų įvairovės.

Šiuos apriorinius teiginius Johansenas įtikinamai patvirtino daugelį metų trukusiais bandymais, atrinkdamas iš heterogeninių populiacijų ir grynųjų linijų augalus bei sėklas su kraštutinėmis atskirų požymių variacijomis. Mokslininkas nustatė, kad šių požymių pasireiškimas heterogeninėse populiacijose gerokai priklausė nuo to, kaip jie pasireiškė atrinktiesiems augalams, o grynosiose linijose tokio ryšio tarp atrinktų augalų fenotipo ir jų palikuonių fenotipo visiškai nebuvo.

Per šešerius metus atrinkdamas pupelių veislės Princesė XIX grynosios linijos sėklas — pačias stambiausias bei sunkiausias ir pačias smulkiausias bei lengviausias, Johansenas po to nustatydavo sėklų masę augalų, išaugintų iš sunkiųjų ir iš lengvųjų sėklų. Nors buvo ištirta labai daug augalų ir labai kruopščiai atlikti bandymai, jis nepastebėjo, kad vidutinė sėklų masė realiai skirtųsi augalų, išaugintų iš sunkiųjų ir iš lengvųjų sėklų. Tokią pat atranką Johansenas darė ir miežių: pagal sėklų formą (pailgų arba storų) ir pagal retavarpiškumo buvimą ar nebuvimą. Abiem atvejais rezultatai patvirtino ankstesnę išvadą: grynųjų linijų ribose atranka pagal fenotipą neveikia palikuonių fenotipo.

Visiškai kitus rezultatus davė tokia atranka pagal fenotipą pupelių turgaus populiacijose. Atskyręs nevienodas pagal sėklų masę frakcijas, Johansenas iš lengvasėklės frakcijos gavo palikuonis, kurių vidutinė sėklų masė buvo kur kas mažesnė, negu sunkiasėklės frakcijos. Analizuodamas šią medžiagą, Johansenas nustatė, kad pupelių turgaus populiaciją galima išskirstyti į daugelį grynųjų linijų su skirtinga vidutine sėklų mase ir kad atrankos pagal sėklų masę sėkmė, atliekant šį bandymą, priklausė nuo to, kokios grynosios linijos, besiskiriančios vidutine sėklų mase, pateko į atrinktą sėklų frakciją. Tačiau tolesnė pupelių turgaus populiacijos atranka pagal masę šių grynųjų linijų ribose buvo visiškai neefektyvi.

Remiantis šiais Johanseno bandymais, buvo sukurta linijinės selekcijos metodika. Jos esmę sudaro pradinės populiacijos išskirstymas į atskiras grynąsias linijas, vienų linijų lyginimas su kitomis ir geriausių linijų, kaip naujų linijinių veislių, išskyrimas.

Д. Ф. Петров. Генетика и сельское хозяйство, М., «Колос», 1967, р. 114, 115, 116.

Grynųjų linijų genotipų vienodumas

Tarkime, kad *A* ir *a*, *B* ir *b*, *C* ir *c* yra trys genų poros. Tokiu atveju pupelės individas gali turėti bet kurį iš galimų homozigotinių genotipų, pavyzdžiui, *AA bb cc* arba *aa BB cc*, bet jis negali būti heterozigotinis, sakysim, *AA Bb* ir *Cc*. Kai susidaro tokio

augalo gametos, požymių išsiskyrimo nebūna ir visos gametos esti vienodos; pavyzdžiui, augalas, kurio genotipas yra *aa BB cc*, sudaro tik *aBc* genotipo gametas. Savidulkos atveju dvi vienodos gametos susilieja, ir visi palikuonys turi tokį pat genotipą, kaip ir tėvinis augalas. Taip esti ir su kitais genais. Taigi visos pupelės, išaugusios ant vieno augalo, turi vienodą genotipą.

Tokį pat genotipą turi ir visi augalai, išaugę iš šio augalo sėklų, ir visos jų subrandintos sėklos. Šis procesas gali trukti neribotai ilgai, kol susidarys ištisos populiacijos, kurių atskiri atstovai bus genotipiškai vienodi.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 210.

Grynųjų linijų sąlyginis homozigotiškumas

Tačiau, kalbant apie didelį grynųjų linijų homozigotiškumą, reikia turėti galvoje, kad net grynosios linijos negali būti absoliučiai homozigotinės dėl šių priežasčių. Pirma, obligačių (absoliučių) savidulkių augalų nėra. Savidulkių augalų, pavyzdžiui kviečių, pomidorų ir kt., populiacijose visada dažniau ar rečiau pasitaiko atvirai žydinčių ir kryžmadulkių augalų. Dėl to populiacijose, nors ir retai, grynosios linijos kryžminasi ir atitinkamai keičiasi genetinė informacija. Antra, pasitaiko savidulkių augalų mutacijų, trukdančių savidulkai (nesuderinamumas). Ir trečia, savidulkių augalų grynosiose linijose netgi vienoje kartoje atsiranda gana daug įvairių mutacijų, kurios suardo grynosios linijos homogeniškumą.

Dėl nurodytų priežasčių savidulkių augalų veislės, veisiamos gamyboje, gali prarasti dalį savo veislinių savybių. Todėl jas reikia nuolatos kontroliuoti, o prireikus — ir atnaujinti.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 608.

Kryžmadulkių augalų prievartinis apdulkinimas

Johanseno bandymų su pupelėmis paveiktas, Šelas[1] šio amžiaus pradžioje bandė išvesti savidulkos būdu grynąją kukurūzų liniją. Kukurūzai pagal savo prigimtį nėra savidulkiai augalai, kaip pupelės, ir jie nepakenčia inbridingo. Iš kartos į kartą augalai vis smulkėjo ir silpnėjo, o grūdų derlius atitinkamai mažėjo. Praktiniu kukurūzų kultivavimo požiūriu Šelo planas atrodė visiškai absurdiškas, nuvedantis toli į šalį nuo pasirinkto tikslo padidinti derlingumą.

...Kaip tik dėl homozigotiškumo anksčiau paslėptų žalingų recesyvinių požymių atžvilgiu atsiranda inbredinės linijos, blogesnės už tėvines.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 215, 220.

[1] Selas — amerikiečių mokslininkas. — *Sud.*

Negiminingas kryžminimas. Heterozės reiškinys

Visos inbredinės linijos gamyboje yra blogesnės už pradines veisles: jos nederlingos, ne tokios gyvybingos, turi ir kitų neigiamų savybių. Kaip panaudoti turtingą paveldimumo įvairovę, tarytum sustingusią atskirais gero ir blogo konglomeratais inbredinių linijų genotipuose?

Išeitį iš šios padėties rado Šelas. Jis pradėjo kryžminti skirtingas inbredines linijas. Rezultatai pranoko visus lūkesčius. Kai kuriais atvejais hibridai, gauti sukryžminus inbredines linijas, ne tiktai susigrąžino pradinės veislės savybes, bet ir gerokai pralenkė ją: taip pasireiškė stiprus heterozės efektas.

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат. 1966. p. 66.

Heterozė atkuria hibridų heterozigotiškumą

Inbridingas sukuria „puikius derlius". O hibridizacija suteikia šioms linijoms, prastoms kai kuriomis savybėmis, pavyzdžiui derlingumu, sugebėjimą duoti nuostabius heterozinius hibridus.

Dviejų linijų, parinktų taip, kad vienos jų vertingos ypatybės vykusiai derintųsi su kitos vertingomis ypatybėmis, kryžminimas jau pirmojoje kartoje atkuria heterozigotiškumą, likviduoja inbredinės depresijos, išryškėjusios pradinėse linijose, pasekmes. Tačiau, kadangi dvilinijinių hibridų sėklos yra gaunamos iš tėvinių augalų, susilpnintų ilgalaikio inbridingo, tokių sėklų derlius nėra didelis, be to, jos perdaug brangios, kad būtų galima iš karto naudoti kaip sėklinę medžiagą. Norint gauti pigias hibridinių kukurūzų sėklas, reikia sukryžminti du paprastus, t. y. dvilinijinius, hibridus. Šiuo atveju gaunamas daug didesnis sėklų derlius, nes dabar tėviniai augalai yra ne silpni inbrediniai, bet stiprūs hibridai, ir dviejų skirtingų tarplinijinių hibridų kryžminimas dar labiau padidina jų palikuonių heterozigotiškumą, o tai sustiprina heterozę. Todėl gamyboje naudojami pigūs dvigubi tarplinijiniai hibridai, kurių sėklos gaunamos, sukryžminus du paprastus hibridus. Heterozinių hibridų derlingumas yra 25—30% didesnis už visų žinomų kukurūzų veislių derlingumą.

Yra dar viena labai būdinga ir svarbi ypatybė, padedanti suprasti heterozės genetinio reguliavimo principus. Heteroziniai hibridai, gauti sukryžminus skirtingas specialiai parinktas inbredines linijas, pasižymi didžiuliu heterozigotiškumu. Heterozės laipsnis priklauso nuo unikalaus heterozigotinio genotipo, kurį gauna hibridai, kryžminant linijas. Visiškai suprantama, kad šio heterozigotinio genotipo negali paveldėti tokių hibridų palikuonys. Požymiai išsiskiria pagal Mendelio dėsnius, ir pirmosios kartos hibridų genotipas negrįžtamai išnyksta, susiskirstęs į tūkstančius atskirų palikuonių genų kombinacijų.

Bandymai ištisai patvirtino šį spėjimą. Ekonominę reikšmę turi tik pirmosios kartos hibridai, kitų kartų hibridams heterozės reiškinys išnyksta!

Ten pat, p. 68, 69.

Masinė ir individualioji atranka

Kada atranka esti efektyvi ir neefektyvi? Šį svarbų klausimą iškėlė Johansenas, ir jis pats kartą ir visiems laikams į jį atsakė. Kad tiksliai suformuluotų atsakymą, jis įvedė du terminus, kurie skaitytojui jau žinomi: genotipą ir fenotipą. Selekcija, arba atranka, efektyvi tuo atveju, kai atrenkami individai skiriasi vienas nuo kito genotipiškai; fenotipinės variacijos nėra paveldimos ir negali būti išlaikomos atrankos būdu.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 210.

Daugkartinė masinė atranka

Daugkartinė masinė atranka daroma taip. Iš pradinės medžiagos atrenkami geriausi augalai, kurių sėklos po to kitais metais pasėjamos kartu, paskui vėl atrenkami geriausi augalai, ir jų sėklos trečiaisiais metais pasėjamos vėl kartu ir t. t.

Masinės atrankos atveju geriausi augalai atrenkami tik pagal išvaizdą (pagal jų fenotipą), o ne pagal jų palikuonių savybes (pagal genotipą). Be to, sėjamos kartu daugybės atrinktų augalų sėklos, todėl netgi savidulkių augalų atrinkta ir pasėta populiacija esti labai nevienalytė. Kryžmadulkių augalų prie to prisideda dar poveikis nežinomų tėvinių augalų, dalyvavusių susidarant atrinktų augalų sėkloms, o tai dar labiau padidina atrinktosios populiacijos heterogeniškumą. Todėl pagerintos veislės, sukuriamos daugkartinės masinės atrankos būdu, esti nevienalytės bei nepastovios ir, daug kartų sėjamos, gali labai pakeisti savo savybes (paprastai į blogąją pusę) dėl intensyvaus vienų populiacijos komponentų daugėjimo ir kitų išstūmimo.

Norint išlaikyti pagrindines savybes tų veislių, kurios gautos daugkartinės masinės atrankos būdu, netgi perdavus jas gamybai, tenka tęsti intensyvią periodišką atranką. Todėl daugkartinė masinė atranka yra tikslinga ankstyvuose selekcijos etapuose, dirbant su vietinėmis veislėmis-populiacijomis ir su atvežtinėmis, blogai prisitaikiusiomis prie vietos sąlygų.

Masinės atrankos būdu gauta daugelis vertingų žemės ūkio augalų veislių: Šatilovskij avižų veislė, Bogatyr grikių, Miltturum 120 ir Arnautka Kočina kviečių, Pioner Sibiri, Skorospelyj omskij ir daugelis kitų saulėgrąžų veislių.

Д. Ф. Петров. Генетика и сельское хозяйство. М., «Колос», 1967, p. 108, 110.

Masinė atranka — tai lėtai veikianti priemonė gyvūnų ir augalų populiacijoms pagerinti, bet ji yra būtina ir naudojama tam tikrose selekcinio darbo grandyse. Jos netaikant, veislės žemės ūkio gamybos eigoje gali greit prarasti savo savybes.

Vadinamosios liaudies selekcijos veislės (vietinės) buvo kuriamos masinės atrankos būdu ilgą laiką. Tokia vietinė veislė, kaip Romanovo avis, labai visli ir turinti geros kokybės avikailį, buvo ilgokai kuriama masinės atrankos būdu gana ribotame geografiniame rajone. Tą patį galima pasakyti ir apie Jaroslavlio galvijus.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, р. 673.

Individualioji atranka

Individualioji atranka skiriasi nuo masinės pirmiausia tuo, kad iš pradinės medžiagos atrinktų tinkamų augalų palikuonys sėjami ne kartu, o į atskirus sklypelius. Tai ir įgalina įvertinti atrinktas formas pagal palikuonių kokybę ir išbrokuoti visus tuos palikuonis, kurie dėl vienų ar kitų priežasčių nepatenkina selekcijos reikalavimų. Taikant individualiąją atranką, geriausi palikuonys visada būna kilę iš vieno kurio atrinktojo augalo. Todėl veislės, gautos individualiosios atrankos būdu, paprastai esti vienalytiškesnės ir pastovesnės, negu veislės, išvestos masinės atrankos būdu. Individualioji atranka taip pat gali būti vienkartinė ir daugkartinė. Vienkartinė individualioji atranka paprastai taikoma savidulkių augalų selekcijoje, nes atrinktųjų augalų palikuonys paprastai esti labai vienodi ir tolesnė atranka jau netikslinga.

...Daugkartinė individualioji atranka naudojama kryžmadulkių augalų selekcijoje. Atrinktų kryžmadulkių augalų palikuonys yra kilę iš nežinomų tėvinių augalų ir todėl labai nepanašūs. Taigi vienkartinės individualiosios atrankos čia toli gražu nepakanka. Daugkartinė individualioji atranka dažnai įgyja nuolatinės individualiosios atrankos formą, kai geriausios šeimos, sėkmingai praėjusios veislių tyrimus, yra išleidžiamos į gamybą kaip naujos veislės ir tuo pačiu metu sėjamos selekciniame augyne toliau tobulinti, taikant nuolatinę individualiąją atranką.

Vykdant daugkartinę individualiąją atranką, ypač svarbu atidžiai sekti, kad selekciniame augyne nebūtų kaimynystėje sėjama artimai giminingų šeimų, nes tai gali sukelti depresiją ir sumažinti derlingumą.

Individualioji atranka anksčiau buvo plačiai taikoma ir tokiu būdu gauta daug labai vertingų selekcinių veislių. Ji ir dabar sėkmingai taikoma selekciniame darbe. Eksperimentinė genetika dar neegzistavo, o selekcijoje jau buvo paruoštos ir pradėtos taikyti pagrindinės individualiosios atrankos schemos. Tačiau šiuolai-

kinės eksperimentinės genetikos pasiekimai turi esminę reikšmę teisingai suprantant procesus, vykstančius individualiosios atrankos metu, ir ieškant efektyvesnių šios atrankos formų.

Д. Ф. Петров. Генетика и сельское хозяйство. М., «Колос», 1967, p. 110, 111, 114.

Atranka ir aplinka

Individualioji atranka yra pagrindinis metodas gyvūnų, augalų ir mikroorganizmų selekcijoje. Ją daug lengviau taikyti savidulkių augalų selekcijoje, nes jų vieno individo palikuonys sudaro grynąją liniją. Kryžmadulkių augalų selekcijoje individualioji atranka vykdoma taip pat, kaip ir gyvūnų,— įvertinant šeimas ir linijas.

Taigi individualioji atranka yra patikimiausia priemonė įvertinti ir sukurti selekcijos eigoje tam tikriems genotipams. Nereikia pamiršti ir to, kad veislės derinamos prie tam tikrų sąlygų, kuriomis jos egzistuos. Todėl negalima tikėtis, kad ta pati veislė skirtingomis sąlygomis būtų vienodai produktyvi. Nors atrankos galutinis rezultatas yra organizmo genotipo įvertinimas, jos veikimas priklauso nuo aplinkos. Atranka, vykdoma tokioje aplinkoje, kuri maksimaliai išryškina atrenkamų augalų paveldimas galimybes (genotipo reakcijos normą), yra efektyvesnė, negu kitomis sąlygomis. Matyt, negalima sausrai atsparių augalų atrankos vykdyti drėgno klimato sąlygomis, šalčiui atsparių augalų — šilto klimato sąlygomis, ilgadienių augalų — trumpos dienos sąlygomis, ligoms atsparių augalų — kai nėra galimybės užsikrėsti ir t. t.

Atitinkamos aplinkos sąlygomis lengviau, objektyviau ir tiksliau galima vertinti genotipą. Kaip tik siekiant kuo geriau įvertinti genotipą, dažnai prireikia sukurti kraštutinį arba optimaliausią aplinkos foną, tiksliausiai išryškinantį atrenkamus genotipus. Genotipo išbandymas kraštutinėmis sąlygomis kartais vadinamas atranka provokaciniame, arba selektyviniame, fone.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 677.

Saulėgrąžų veislės, išvestos individualiosios atrankos būdu

1912 m. V. Pustovoitas savo paties įkurtame bandomajame lauke „Kruglik" pradėjo saulėgrąžų selekcijos tyrimus ir tebetęsia juos.

Tuo metu, kai V. Pustovoitas pradėjo savo selekcinius bandymus su saulėgrąžomis, Šiaurės Kaukazo valstiečių ūkiuose buvo sėjamos vietinės saulėgrąžų veislės, kurios labai kentėjo nuo džioveklės ir nuo saulėgrąžų kandies; jų sėklose buvo 28—30%

aliejaus. Jos ir buvo paimtos kaip pagrindinė pradinė medžiaga selekcijai.

Iš pradžių V. Pustovoitas pabandė sukurti saulėgrąžų veisles, kurios būtų atsparesnės saulėgrąžų kandžiai ir džioveklei. Šio selekcinio etapo rezultatas buvo 1917 m. išvesta pirmoji saulėgrąžų veislė Nr. 7-15-163 ir po papildomos atrankos gauta veislė Nr. 631, kurios buvo atsparios ir kandžiai, ir džioveklei, be to, turėjo apie 33% aliejaus. Veislė Nr. 631 buvo išplatinta, ir Šiaurės Kaukaze ja buvo užsėta 0,5 mln. ha.

...1927 m. V. Pustovoitas išvedė naują saulėgrąžų veislę Kruglik A-41, kurios absoliučiai sausose sėklose buvo 36% aliejaus. Šios veislės gavimas parodė, kokia perspektyvi saulėgrąžų selekcija aliejingumo atžvilgiu; tai tapo išeities tašku visiems tolesniems tyrimams šia kryptimi. 1931 m. buvo sukurta veislė Nr. 3519, kurios aliejingumas siekė 41—43%. Tuo metu iškilo rimta grėsmė aliejingų saulėgrąžų kultūrai, nes į Kubanę prasiskverbė *B* biotipo džioveklė ir iškilo naujas uždavinys — išvesti saulėgrąžų veisles, kurios būtų ir labai aliejingos, ir atsparios *B* džioveklei.

1931—1966 m. laikotarpiu Vasilijus Pustovoitas sėkmingai išsprendė šį uždavinį ir sukūrė kelias labai aliejingas veisles, atsparias *B* džioveklei. Pavyzdžiui, 1956 m. jis perdavė gamybai Smena ir Peredovik veisles, kurių aliejingumas buvo 50—52%, o 1965 m. atidavė valstybiniam veislių tyrimui vidutinės brandos veislę, kurios aliejingumas buvo 54—55%. Viso to buvo pasiekta, naudojant originalų V. Pustovoito paruoštą sėklų atrankos metodo variantą.

...Saulėgrąžų veislės, kurias išvedė V. Pustovoitas, Tarybų Sąjungoje sėjamos 2,6 mln. ha plote ir kasmet duoda papildomai apie 0,5 mln. t augalinio aliejaus. Ypač didelis aliejingumas ir kitos vertingos šių veislių savybės yra gerai žinomos Rumunijoje, Bulgarijoje, Jugoslavijoje, Vengrijoje, Prancūzijoje, Kanadoje. Šiose šalyse jos sėjamos apie 1 mln. ha plote.

Kanadoje auginamos tik V. Pustovoito veislės.

Д. Ф. Петров. Генетика и сельское хозяйство. М., «Колос», 1967, p. 165, 166, 169.

Gyvulių selekcija

Veislės ir aplinka

Nuo neatmenamų laikų gyvulių selekcijos tikslas buvo gerinti palikuonis, o palikuonims gauti visais laikais būdavo atrenkami tie gyvuliai, kurie, žmogaus požiūriu, turėdavo geriausias savybes. Panašus gyvulių gerinimo būdas, tiesa, yra primityvus, bet, ilgą laiką jį taikant, pasiekta gerų rezultatų.

Kaip ir kultūrinių augalų, visoms naminių gyvulių rūšims būdingas didelis kintamumas. Jų yra daugybė įvairių veislių. Šios

veislės iš dalies genetiškai adaptuotos prie aplinkos sąlygų; taigi galima pastebėti ir naminių gyvulių tam tikrą ekotipinę[1] diferenciaciją. Turbūt neprotinga būtų bandyti šiaurės kalnų galvijų veislę perkelti į Pietų Švediją arba žemumų galvijus veisti šiauriniuose rajonuose. Šios veislės geriausiai prisitaikiusios prie tų rajonų, kur jos dabar veisiamos, o tarp jų yra sritys, kur paplitę švedų žalieji ir baltieji galvijai. Jie taip pat geriausiai tinka toms sritims, kuriose auginami.

A. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 523.

Reproduktoriaus išbandymas per jo palikuonis

Jau Mendelis žinojo, kad du išvaizda identiški individai gali turėti skirtingą genetinę konstituciją (pavyzdžiui, *AA* ir *Aa*). Todėl, nustatant dviejų bulių lyginamąjį veislinį vertingumą, negalima būti tikram, kad stambesnis ir stipresnis arba labiau atitinkantis nusistovėjusias kūno formos bei spalvos normas bulius duos ir geresnius palikuonis, t. y. labai pieningas karves. Vienintelis tikslus gyvulių veislinių savybių vertinimo būdas, kaip ir kultūrinių augalų, gali būti jų *palikuonių kokybės tyrimas*. Nuspręsti, ar tikslinga toliau naudoti bulių veislininkystėje, galima tik turint duomenis apie jo dukterų produktyvumą.

Tokie patikimi duomenys, gauti patikrinus palikuonių kokybę, žinoma, ypač reikalingi veisiant stambius naminius gyvulius, kurių kiekvienas individas turi didelę ekonominę reikšmę. Smulkesni gyvuliai, pavyzdžiui kiaulės ir naminiai paukščiai, dauginasi sparčiau, todėl juos vertinti pagal palikuonių kokybę nėra taip svarbu; šiuo atveju atranka paprastai daroma tiesiog pagal fenotipą, nors kartais tokia atranka gali pasirodyti klaidinga.

Tiriant palikuonių kokybę, statistiniais metodais galima nustatyti tam tikro požymio vadinamąjį *paveldimumą*, t. y., kokią kintamumo dalį nulemia genetiniai veiksniai, o kokią — aplinkos sąlygos. Manoma, kad tokio pobūdžio tyrimais nustatomi kiekybiniai požymiai, kuriuos nulemia polimeriniai genai. Nustatyti paveldimumą gali būti labai naudinga veislininkystės praktikoje.

Ten pat, p. 524.

Pateiksime pavyzdį. Patikrintos dvi vištos: viena (Nr. 46) per metus padėjo 262 kiaušinius, o kita (Nr. 12) per tą patį laiką — 258 kiaušinius. Abi vištos buvo sukryžmintos su tuo pačiu gaidžiu. Jų paveldimoms savybėms patikrinti paimta po 7 pirmas pasitaikiusias jų dukteris. Jauniklių produktyvumas tomis pačiomis sąlygomis buvo skirtingas (lentelė).

[1] Ekotipas — organizmų grupė, paveldimai prisitaikiusi prie tam tikros gyvenamosios aplinkos. — *Sud.*

Vištų produktyvumo genetinio sąlygotumo patikrinimas pagal dukterų dėslumą

Vištų Nr.	Jų produktyvumas (kiaušinių skaičius per metus)[1]	Dukterų dėslumas (kiaušinių skaičius)						
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
46	262	95	105	157	161	190	196	263
12	258	190	210	212	216	234	234	242

Kaip matyti iš palyginimo duomenų, višta Nr. 12 didelį dėslumą palikuonims perduoda geriau, negu višta Nr. 46... Taičiau, patikrinus palikuonis, tampa aišku, kad veislei reikia palikti vištą Nr. 12: ji turi vertingesnį genotipą, nes dėslumo savybes perduoda patikimiau.

Pagal M. E. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 674.

Dirbtinis apvaisinimas ir jo perspektyvos gyvulininkystėje

Anglijoje maždaug du trečdaliai veršelių pieninių galvijų bandose yra gauti dirbtinio apvaisinimo būdu. Buliai dirbtiniam apvaisinimui parenkami taip griežtai, kad, pavyzdžiui, 1955 metais iš 1600 pasiūlytų bulių, išanalizavus jų genetinio patikrinimo duomenis, buvo palikti tik 113. Tokios genetinės selekcijos rezultatai labai apčiuopiami. Anglijos veislinėse bandose pagrindinės karvių veislės — anglofrizų — vidutinis pieno riebumas prieš 30 metų buvo 3 procentai, dabar jis yra padidintas iki 4 procentų, o pieno primelžiama iki 6000—8000 kilogramų. Visos šalies mastu šie duomenys vidutiniškai yra tokie: 5000 kilogramų pieno, kurio riebumas 3,6 procento.

Pažymėtina, kad socialistinio planingo žemės ūkio gamybos sąlygos, kai didesnė galvijų dalis sutelkta stambiuose ūkiuose, yra ypač palankios tokio pobūdžio darbams tinkamai organizuoti ir atrinktiems reproduktoriams maksimaliai panaudoti.

Tačiau svarbu ne tik parinkti gerus reproduktorius, reikėjo išmokti kiek galima ilgiau išlaikyti spermą, paimtą iš gyvulių, kurie garsėja dešimtmečiais.

1949 metais anglų tyrinėtojai rado būdą buliaus spermai konservuoti. Jie užšaldydavo ją minus 79 laipsnių Celsijaus temperatūroje. Užkonservuota sperma galima dirbtinai apvaisinti tūkstančius karvių. Ją galima vežti didžiausius atstumus, sudaryti

[1] Ši skiltis papildyta sudarytojų. — *Sud.*

jos atsargas ir prireikus naudoti jas. Bandymai su užšaldyta sperma nepaprastai sėkmingi. Jau gauti palikuonys iš dvejus metus išlaikytos spermos, ir labai galimas daiktas, kad užšaldytoje buliaus spermoje apvaisinimo galia išliks ir po ilgesnės konservacijos. Tai atveria iš tiesų fantastines perspektyvas: sudarius pačių geriausių bulių spermos atsargą, bus galima gauti jų palikuonis, praslinkus daug metų po to, kai jų jau nebebus gyvų.

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966, p. 82, 83, 84.

Heterozės taikymas gyvulininkystėje

1956 metais Ukrainos paukštininkystės bandymų stotis patikrino dviejų serijų hibridinių vištų ir autbredinių [1] vištų lyginamąjį produktyvumą. Iš JAV buvo atvežta kiaušinių, kuriuos padėjo du keturlinijiniai hibridai, gauti sukryžminus baltųjų leghornų veislės inbredines linijas. Kontrolei paimtos rusų baltųjų ir njuhempširo veislių autbredinės vištos. Pasirodė, kad hibridinės vištos pagal visus rodiklius gerokai pralenkė kontrolines. Vienam kilogramui kiaušinių masės hibridinės vištos reikalavo 35—40 procentų mažiau lesalo, negu kontrolinės.

...M. Ivanovas, derindamas inbridingą su tarpveisliniu kryžminimu ir griežta atranka, išvedė naują kiaulių veislę — Ukrainos stepių baltąją kiaulę, prisitaikiusią prie šių stepių rajonų sąlygų. Analogiški metodai buvo panaudoti JAV, kur per pastaruosius 20 metų išvestos šešios mėsinių kiaulių veislės.

...Mūsų šalyje labai įdomius bandymus atliko J. Glembockis. Jis įrodė, kad auginti hibridus, gautus sukryžminus švelniavilnių avių linijas, yra labai perspektyvu, nes heteroziniai hibridai vislesni, ėriukai geriau auga, plaukas pailgėja, taigi prikerpama ir daugiau vilnos.

Pramoninis kryžminimas

Dabar kai kuriose šalyse įgijo didžiulį mastą įvairių rūšių tarpveislinis pramoninis kryžminimas, turintis tvirtą genetinį ir ekonominį pagrindą. Pavyzdžiui, Anglijoje tai pagrindinis būdas ėrienai, patenkinančiai dabartinį vartotojų skonį, gauti. Naujojoje Zelandijoje tarpveislinis pramoninis avių kryžminimas aukštos kokybės ėrienai gauti taikomas dar platesniu mastu, negu Anglijoje. 85 procentai visos JAV gaminamos kiaulienos — tarpveislinių kryžminimų produktas. Anglijoje 35 procentai visų pieninių karvių kasmet yra apvaisinamos mėsinių veislių bulių sperma, siekiant gauti veršelius, tinkamus penėjimui ir skerdimui. JAV, Japonijoje, Anglijoje ir kitose šalyse labai plačiai taikomi tarp-

[1] Autbridingas — negimininga kryžminimas. — *Sud.*

veisliniai vištų kryžminimai, ypač broileriams, t. y. greit augantiems viščiukams, gauti: maždaug trijų mėnesių jie jau būna tinkami mėsai.

Ten pat, p. 85, 86, 87.

Žmogaus genetika

Žmogaus biologinė prigimtis ir socialiniai veiksniai

Žmogaus paveldimumą tiria speciali genetikos sritis, vadinamoji antropogenetika.

Šios knygos puslapiuose stengėmės įrodyti, kad pagrindiniai genetiniai mechanizmai yra bendri visoms organinėms formoms. Paveldimumo atžvilgiu žmogus nėra išimtis iš visų pasaulio gyvūnų. Žmogus nuo gyvūnų skiriasi antrąja signaline sistema, įgalinančia jį keisti aplinką ir tokiu būdu gerokai praplėsti savo individualų prisitaikymą prie jos.

Kai kurie filosofai per daug akcentavo socialinių veiksnių vaidmenį žmogaus evoliucijoje, pamiršdami jo biologinę prigimtį. Žmogaus visuomeninė veikla ne tik nepanaikino biologinių veiksnių reikšmės jo gyvenimui, o atvirkščiai, padarė juos dar sudėtingesnius ir įvairesnius.

Ilgalaikis išnaudotojiškų klasių viešpatavimas visuomenėje leido joms neigti ne tik socialines žmogaus teises, bet ir jo biologinius poreikius. Buržuazija mokymą apie žmogaus paveldimumą, vienaip ar kitaip jį iškraipydama, panaudojo savo tikslams. Pavyzdžiui, ji pateisina tokius faktus, kai viena klasė išnaudoja kitą, tautų tarpusavio nesantaiką, naikinamuosius karus, propaguoja rasinę higieną ir įvairias rasines teorijas.

Absurdiška būtų neigti biologinių veiksnių vaidmenį tiek atskiro žmogaus, tiek ir tautų socialiniame gyvenime. Galima pakeisti žmogaus idėjas, bet neįmanoma atimti iš jo biologinių savybių, susidariusių evoliucijos eigoje. Labai išsivysčiusi visuomeninė santvarka privalo kiek galima harmoningiau ir geriau tenkinti žmogaus biologinius poreikius. Tokios santvarkos pavyzdys ir yra socialinio teisingumo, t. y. komunistinė, santvarka. Todėl proletariato klasė, prisiėmusi garbingą komunistinės visuomenės sukūrimo misiją, kartu prisiėmė visą atsakomybę už žmogaus biologiją bei paveldimumą ir jo ateitį.

М. Е. Лобашев. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967, p. 679, 680.

Dominantiniai ir recesyviniai žmogaus požymiai

Dauguma pačių įdomiausių ir svarbiausių žmogaus bruožų — plaukų, akių arba odos spalva, ūgis, veido bruožai ir t. t. — priklauso nuo daugybės genų veikimo ir jų tarpusavio sąveikos.

Kai kurie paveldimi žmogaus požymiai:
A — skruostų duobutės (dominantinis požymis); *B* — priaugęs ausies spenelis (recesyvinis požymis); *C* — plaukų augimas pagal vidurinę kaktos liniją (dominantinis požymis); *D* — sugebėjimas atgal užlenkti liežuvį (dominantinis požymis); *E* — suplotas nykštys (dominantinis požymis); *F* — sugebėjimas susukti liežuvį vamzdeliu (dominantinis požymis); *G* — mongolidiškas akių pjūvis (dominantinis požymis); *H* — albinizmas (recesyvinis požymis); *I* — vyzdys, užeinantis ant rainelės (su lytimi susijęs recesyvinis požymis)

Yra žinoma, kad ruda akių spalva dominuoja mėlynos atžvilgiu, taigi rudaakiai tėvai gali turėti mėlynakių vaikų, o mėlynakiai paprastai turi tik mėlynakius vaikus. Tačiau esama daug akių spalvos tarpinių atspalvių, kurie priklauso nuo daugelio įvairių genų tarpusavio sąveikos ir yra paveldimi ne pagal paprastą požymių išsiskyrimo taisyklę. Taip pat būna ir su rusva plaukų spalva, kuri yra recesyvinė kitų plaukų spalvų atžvilgiu, riestanosiškumu, kuris yra recesyvinis romėnų (ereliškos) nosies atžvilgiu, ir kai kuriais kitais žmogaus išvaizdos bruožais. Vadina-

mieji kiekybiniai požymiai, tokie, kaip ūgis ir protiniai sugebėjimai, taip pat priklauso nuo daugelio genų ir nuo aplinkos poveikio, todėl čia negalima taikyti paprastos genetinės analizės.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966. p. 81.

Dominantinis paveldėjimas

Paprasto dominantinio paveldėjimo pavyzdys, be kitų, gali būti įvairaus pobūdžio brachidaktilija, kitaip tariant, trumpapirštiškumas. Vienos amerikiečių giminės su šia griaučių anomalija genealogija tapo pirmuoju žmogui būdingo dominantinio paveldėjimo pagal Mendelį pavyzdžiu.

Anglijoje toks pat požymis buvo pasektas mažiausia per 14 kartų. Vieno asmens, gyvenusio XIX amžiaus pabaigoje, pirmoji ir antroji pirštų falangos buvo suaugusios. Jis buvo tiesioginis palikuonis pirmojo grafo Šriusberio (gimusio 1390 m.). Ištirti jo griaučius atsirado galimybė, remontuojant rūsį, kur jis buvo palaidotas. Šis tolimas protėvis turėjo tokio pat pobūdžio sąaugą, kaip ir jo palikuonys.

Paskutiniu dominantinio fenotipo pavyzdžiu pasirinkome požymį, kurį turėjo daugelis šeimų, bet ypač aiškiai jis dokumentaliai patvirtintas Habsburgų dinastijoje. Daugelis šios imperatorių giminės narių turėjo siaurą, priekin atsikišusį apatinį žandikaulį ir nukarusią apatinę lūpą, todėl burna visą laiką būdavo pusiau pravira. Pagal portretus šį bruožą galima pasekti iki pat XIV šimtmečio. Iš kitų Habsburgų atstovų šį požymį turėjo imperatorius Karolis V (1500—1558), Marija Teresė Austrijietė (1717—1780) ir Ispanijos princas Alfonsas XII (1886—1941).

К. Штерн. Основы генетики и человека. М., «Медицина», 1965, p. 93.

Recesyvinis paveldėjimas

Hemofilija (kraujo nekrešėjimas). Hemofilija sergančių žmonių kraujas kreši labai lėtai, todėl netgi nedidelių sužeidimų ar operacijų atveju ligonis labai nukraujuoja ir atsiranda pavojus jo gyvybei. Dažniausiai pasitaikančią šios ligos formą sukelia recesyvinis, su lytimi susijęs genas, paveldimas tokiu pat būdu, kaip ir daltonizmas. Tačiau sveikas vyras negali būti šio geno nešiotojas.

Nuo šios ligos gerokai nukentėjo Anglijos karališkosios dinastijos nariai. Karalienė Viktorija buvo heterozigotinė pagal hemofilijos geną, kuris atsirado dėl mutacijos vienam jos tėvų. Karalienė Viktorija turėjo sūnų, sergantį hemofilija, ir dvi heterozigotines dukteris, kurios šį geną nunešė į Ispanijos ir Rusijos tuometinių valdovų šeimas, ir šia liga sirgo keli šių šeimų anū-

kai ir proanūkiai. Angliškąją liniją tęsė sveikas jos sūnus Eduardas VII, todėl jo palikuonys šio pavojingo geno neturėjo.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 142.

Fenilketonurija — paveldima žmogaus liga, kai fenilalaninas ir fenilpirovynuogių rūgštis kaupiasi kraujyje ir po to išsiskiria su šlapimu. Šiuo atveju blokuojama fenilalanino virtimo tirozinu reakcija. Fenilalanino virtimas tirozinu — sudėtinga biocheminė reakcija, kurioje būtinai turi dalyvauti redukuotas trifosfopiridinnukleotidas, molekulinis deguonis ir dvi baltymo frakcijos. Sergantys fenilketonurija neturi vienos šių frakcijų. Ligą perduoda viena genų pora, be to sukeliantis ligą genas yra recesyvinis normalaus geno atžvilgiu. Visais atvejais liga susijusi su protiniu nepilnavertiškumu. Šis genas (*q*) JAV pasitaiko apie 0,005 atvejų, o maždaug 1 žmogus iš 100 yra heterozigotas.

Jeigu sergančiam fenilketonurija kūdikiui jau nuo pat gimimo būtų pradėta duoti dietinį maistą su labai nedideliu fenilalanino kiekiu, ligos simptomai jam pasireikštų daug silpniau, negu kad paprastai būna sergantiems šia liga. Turimi duomenys rodo, kad sutrikusius protinius sugebėjimus galima iš dalies atstatyti, palaikant normos ribose fenilalanino kiekį šlapime ir kraujyje. Kadangi fenilalaninas priklauso prie nepavaduojamų aminorūgščių, jo negalima visiškai išbraukti iš maisto raciono — jo turi pakakti, kad vaikas galėtų augti. Homozigotinius sveikus žmones, taip pat asmenis, heterozigotinius pagal fenilketonurijos geną, galima nustatyti tokiu testu: tiriamajam asmeniui duodama fenilalanino ir matuojamas jo išsiskyrimo su šlapimu greitis. Heterozigotiniai šio požymio nešiotojai skiriasi nuo sveikų žmonių mažesniu sugebėjimu metabolizuoti fenilalaniną. Todėl, nors gauto fenilalanino kiekis ir vienodas, heterozigotų kraujyje ir šlapime jo bus daugiau, negu sveikų žmonių. Tačiau rezultatai, gauti iš homozigotinių sveikų žmonių ir heterozigotinių nešiotojų, iš dalies sutampa, todėl šis testas negali duoti tikslaus atsakymo, ar tam tikras individas yra šio požymio nešiotojas ar ne.

Kitas retas paveldimas apykaitos sutrikimas — *galaktozemija*. Tai žmogaus organizmo nesugebėjimas metabolizuoti galaktozę įprastu būdu. Galaktozė išsiskiria su šlapimu ir kaupiasi galaktozofosfato pavidalu audiniuose. Jeigu sergantis galaktozemija vaikas atitinkamu būdu negydomas, tai labai didelė rizika, kad jis neišgyvens. Pagrindinis galaktozės šaltinis maiste yra, be abejo, pienas ir pieno produktai; juos išbraukus iš raciono, vaikas gyventų ir augtų. Tai vienas nuostabių patarlės „Kas vienam sveika, kitam — mirtis" teisingumo pavyzdžių. Žmonės, sergantys galaktozemija, neturi fermento fosfogalaktozouridiltransferazės. Šio fermento yra sveikų žmonių eritrocituose. Todėl, chemiškai išanalizavus nedidelį kraujo kiekį, galima nustatyti, ar šio fermento esama eritrocituose, ir labai tiksliai diagnozuoti ligą.

К. Виллн. Биология. М., «Мир», p. 531.

Kai kurie paveldimi žmogaus požymiai

Dominantas	Recesyvas
Plaukai, oda, nagai, dantys	
Tamsūs plaukai	Šviesūs plaukai
Nerusvi plaukai	Rusvi plaukai
Garbanoti plaukai	Tiesūs plaukai
Labai plaukuotas kūnas	Menkas kūno plaukuotumas
Ankstyvas nuplikimas (dominantinis vyrų)	Normalus nuplikimo laikas
Normali odos, plaukų ir akių pigmentacija	Albinizmas
Juoda oda (2 poros genų, nepilnas dominavimas)	Balta oda
Nėra dantų emalės	Normalūs dantys
Normali oda	Nėra prakaito liaukų
Akys	
Rudos	Mėlynos arba pilkos
Šviesiai rudos arba žalios	Mėlynos arba pilkos
Trumparegystė	Normalus regėjimas
Tolregystė	Normalus regėjimas
Veido bruožai	
Laisvi ausų speneliai	Priaugę ausų speneliai
Storos lūpos	Plonos lūpos
Didelės akys	Mažos akys
Ilgos blakstienos	Trumpos blakstienos
Plačios nosiaskylės	Siauros nosiaskylės
Aukštas ir siauras tarpuakis	Žemas ir platus tarpuakis
„Romėniška" nosis	Tiesi nosis
Griaučiai ir raumenys	
Žemas ūgis (nulemia daug genų)	Aukštas ūgis
Achondroplazija (neužauga)	Normali išvaizda
Polidaktilija (daugiau kaip 5 kojų ir rankų pirštai)	Normalus pirštų skaičius
Sindaktilija (dviejų ar daugiau pirštų suaugimas)	Normalūs pirštai
Kraujo apytakos ir kvėpavimo sistemos	
... A, B ir AB kraujo grupės	O kraujo grupė
Hipertonija (aukštas kraujo spaudimas)	Normalus spaudimas
Normalus kraujas	Hemofilija (susijusi su lytimi)
Normalus kraujas	Pjautuvinė anemija
Nervų sistema	
Sugebėjimas jausti feniltiošlapalo skonį	Nesugebėjimas jausti feniltiošlapalo skonio
Normali klausa	Įgimtas kurtumas
Normali	Amaurotinė idiotija
Migrena (galvos skausmai)	Normali
Normali	Fenilketonurija

Ten pat. p. 534. 535.

Žmogaus polimeriniai požymiai

Polimeriniais genais vadinamos dvi ar daugiau nepriklausomų porų genų, veikiančių tą patį požymį viena kryptimi, taigi jų efektas sumuojasi. Devenportas tyrė, kaip paveldima odos spalva Jamaikoje, kur dažnos negrų ir baltųjų santuokos. Jis nustatė, kad odos spalvą veikia dvi genų poros, kurias jis žymėjo *A—a* ir *B—b*. Didžiosiomis raidėmis pažymėti genai, nulemiantys tamsesnį odos atspalvį: juo daugiau šių genų, juo tamsesnė oda. Vadinasi, šių genų veikimas yra adityvus. Grynas negras turi keturis dominantinius genus *AABB* (šie genai, žinoma, dominuoja nepilnai), o baltasis — keturis recesyvinius genus *aabb*. Kryžminantis *aabb*×*AABB*, palikuonių F_1 genotipas yra *AaBb*, jų odos spalva tarpinė (mulatai). Susituokus dviem mulatams, jų palikuonys esti labai įvairios odos spalvos — nuo tokios pat tamsios, kaip vieno senelių — negro iki tokios pat šviesios, kaip kito senelių — baltojo. Susituokus asmenims, kurie skiriasi polimeriniais genais, pirmosios kartos (F_1) palikuonys yra tarpiniai tarp tėvinių formų ir pasižymi nedideliu kintamumu. Antroji karta (F_2) labai įvairi; joje vyrauja tarpinės formos, ir tik nedaugeliui asmenų būdingi tokie pat kraštutiniai požymiai, kaip vieno ar kito senelio. Susikryžminus *AaBb*×*AaBb*, iš 16 galimų zigotų tipų tik vienas (*AABB*) turės tokią pat tamsią odą, kaip vienas senelių — negras, ir tik vienas (*aabb*) bus toks pat šviesus, kaip kitas senelių — baltasis. Kadangi genai *A* ir *B* nulemia maždaug vienodą odos spalvos patamsėjimą, genotipai *AaBb*, *AAbb* ir *aaBB* sąlygoja tą patį mulato fenotipą. Kiekvieno mulato genotipą galima nustatyti tik pagal jo palikuonis.

Žmogaus odos spalva — tai palyginti paprasto paveldėjimo, sąlygojamo polimerinių genų, pavyzdys, nes šiuo atveju dalyvauja tik dvi poros genų. Žmogaus ūgio paveldėjimas priklauso nuo daug didesnio genų skaičiaus, galbūt nuo 10 ar net daugiau porų. Kadangi aukštas ūgis yra recesyvinis žemo atžvilgiu, tai juo daugiau didžiųjų raidžių yra individo genotipinėje formulėje, juo jis mažesnio ūgio. O kadangi ūgis priklauso nuo tiek daug veiksnių ir, be to, jį gali labai modifikuoti aplinkos sąlygos, tai pagal šį požymį žmonių negalima skirstyti į dvi priešingas klases — žemus ir aukštus arba netgi žemus, vidutinius ir aukštus. Tikrovėje pasitaiko įvairiausio ūgio žmonių, maždaug nuo 140 iki 210 cm.

Ten pat, 501, 502.

Kraujo grupių paveldėjimas

Svarbūs žmogaus požymiai, paveldimi kaip polialeliai, yra kraujo grupės O, A, B arba AB. Šią seriją sudaro trys aleliai: a^A — kontroliuojantis agliutinogeno [1] *B* susidarymą, a^B — kont-

[1] Agliutinogenas — eritrocitų komponentas, nuo kurio priklauso jų iškritimas į nuosėdas svetimoje kraujo plazmoje. — *Sud.*

roliuojantis agliutinogeno A susidarymą, ir a — nekontroliuojantis jokio agliutinogeno susidarymo. Kitų dviejų genų atžvilgiu a genas yra recesyvinis, tuo tarpu nei a^A, nei a^B genai nedominuoja vienas kito atžvilgiu. Vadinasi, genotipai a^Aa^A ir a^Aa nulemia A kraujo grupę, a^Ba^B ir a^Ba — B grupę, o genotipas aa — O grupę. Jeigu žmogus turi ir geną a^A, ir geną a^B, tai susidaro abu agliutinogenai ir toks žmogus turi AB kraujo grupę. Kadangi kraujo grupės genetiškai determinuotos ir nesikeičia per visą žmogaus amžių, jų analizė gali padėti nustatyti tikrą tėvystę.

Pabrėžtina, kad pagal kraujo grupių atitikimą niekada negalima įrodyti, jog būtent šis žmogus *yra* to vaiko tėvas, galima tik konstatuoti, kad jis *gali būti* jo tėvas.

Ten pat, p. 503.

Artimų giminių santuokos

Amaurotinė idiotija. Ši baisi mirtina vaikų liga atsiranda, sutrikus smegenų ląstelių cheminei sudėčiai; pasekmės: aklumas, protinė degeneracija ir ankstyva mirtis. Ligą sukelia retai pasitaikantis recesyvinis genas. Panašus nenormalumas, išryškėjantis vyresnio amžiaus vaikams, priklauso nuo kito geno veikimo.

Problema. Sveikoje ir inteligentiškoje jaunoje sutuoktinių Džordžo ir Merion šeimoje gimė amaurotinis vaikas. Tėvai nori sužinoti, kokia tikimybė, kad ir kiti jų vaikai gims su ta pačia liga.

...*Patarimas.* Genealogija patvirtina jau žinomą teiginį, kad amaurotinę idiotiją sukelia recesyvinis genas. Skirtingai negu dominantinis, recesyvinis genas iš kartos į kartą gali pereiti paslėptu pavidalu heterozigotuose tol, kol, susituokus dviem heterozigotams, gims homozigotinis vaikas. Jeigu amaurotinės idiotijos geną pažymėtume raide a, sergantis vaikas turėtų būti homozigotas (aa). Kadangi jis turėjo paveldėti iš kiekvieno savo gimdytojo po vieną a geną, tai ir Džordžas, ir Merion yra heterozigotai ($a+$). Tais atvejais, kai genas yra retai pasitaikantis (kaip tik tokį atvejį mes ir nagrinėjame), tikimybė, kad du heterozigotiniai asmenys sudarys šeimą, apskritai labai maža. Tačiau nagrinėjamu atveju ši tikimybė didesnė, nes Džordžas yra Merion pusbrolis ir jie abu šį geną paveldėjo iš vieno savo bendrų senelio kartos giminaičių. Taigi ne tik Džordžas ir Merion, bet ir jų motinos arba senelio kartos atstovai turėjo būti heterozigotiniai pagal a geną. Nustatyti, kada šis genas atsirado šeimoje, labai sunku, nes nėra pakankamai duomenų apie šeimos genealogiją.

Kadangi ir Merion, ir Džordžas yra heterozigotai ($a+$), tikimybė, kad bet kuris būsimas jų vaikas gaus žalingą geną ir per kiaušialąstę, ir per spermatozoidą, lygi $^1/_2 \times {}^1/_2$, t. y. $^1/_4$. Va-

dinasi, tikimybė prieš tai, kad kiekvienas sekantis vaikas, kaip ir pirmasis, gali gimti nenormalus, išreiškiama santykiu 3 : 1. Turint galvoje liūdną ligos eigą, rizika yra labai didelė.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966, p. 104, 105, 105.

Giminaičių santuokos gerokai padidina tikimybę, kad abu partneriai bus heterozigotai pagal tą patį žalingą geną ir kad jiems gims vaikai su defektais. Tai matėme iš Džordžo ir Merion pavyzdžio. Čia anaiptol ne vienintelis atvejis. Iš tikrųjų amaurotinių vaikų tėvai paprastai esti giminaičiai. Iš medicininės literatūros paaiškėjo, kad Europoje iš 130 šios ligos atvejų mažiausiai 15% atvejų tėvai buvo pusbrolis ir pusseserė, o dar 12—16% tėvų giminystės laipsnis buvo kiek mažesnis. Tai reikia sugretinti su faktu, kad apskritai europiečių populiacijoje santuokos tarp pusbrolio ir pusseserės sudaro mažiau kaip 1%. Nepaprastai didelis santuokų tarp pusbrolio ir pusseserės dažnumas būdingas tėvams tų vaikų, kurie serga kitomis retomis recesyvinėmis ligomis.

Ten pat, 114, 115.

Mutacinis žmogaus kintamumas

Yra žinoma apie 1000 paveldimų žmogaus ligų, kurios vadinamos genų mutacijomis. Dėl radiacijos poveikio atsiranda ne tik šių 1000 genų mutacijos, sukeldamos paveldimas ligas, bet ir dešimtys tūkstančių kitų genų mutacijų, ir dėl to pasikeičia akių spalva, nosies forma ir daugybė kitų „normalių“ žmogaus ypatybių.

Chromosomų pakitimas — persitvarkymai ir neišsiskyrimas — atsiranda dėl jonizuojančių spindulių veikimo. Jiems patekus į subrendusias lytines ląsteles, sunyksta embrionai, atsiranda paveldimos ligos ir pasikeičia daugelis „normalių“ požymių.

Taigi, tiriant radiacijos įtaką žmogui, reikia turėti galvoje, kad galimos ir genų mutacijos, ir struktūriniai persitvarkymai, ir chromosomų neišsiskyrimai.

Mes visą laiką kalbame apie radiaciją, kuri atsiranda dėl atominių ir vandenilinių bombų sprogimų, įvairių branduolinių, rentgeno ir kitų įrenginių veikimo, bet juk esama ir natūralios radiacijos! Ar ji veikia mus? Arba galbūt per daugelį tūkstantmečių žmogaus organizmas jau priprato prie jos?

Taip, natūrali radiacija yra. Ir jos intensyvumas įvairiose vietovėse skirtingas (vienoje saloje jos lygis dešimtis kartų didesnis už vidutinį: tai pati „radioaktyviausia“ vieta Žemėje). Tačiau prie šios radiacijos, kuri egzistuoja mažiausiai tiek pat laiko, kiek Žemėje gyvena žmogus, ląstelės branduolys taip ir nesugebėjo „priprasti“. Dėl natūralios radiacijos, temperatūros ir che-

minių veiksnių įtakos atsiranda vadinamasis natūralus mutacinis procesas. Atsiradusios natūralios mutacijos daugiau ar mažiau kenkia žmonijai.

Natūralus radiacijos fonas susidaro iš jonizuojančio kosminių spindulių veikimo, Žemės gama spinduliavimo ir atmosferos radioaktyvaus radono. Tai išorinis apšvitinimas, kuris veikia žmogų. Be to, organizme yra tam tikras kiekis radioaktyvių izotopų, tokių, kaip kalis — 40, anglis — 14 ir radonas.

Veikiant natūraliai radiacijai, per vienerius gyvenimo metus žmogus gauna vidutiniškai apie 0,1—0,2 rentgeno. Kūno absorbuota energija matuojama radais. Vienas radas kūno audiniams lygus 1,07 rentgeno. Vidutiniškai per metus žmogus absorbuoja 0,095 rado. Per trisdešimt gyvenimo metų akumuliuota dozė sudaro 2,85 rado.

Kokią žalą žmonijai daro šis apšvitinimas?

Mokslininkai nustatė, kad, pavyzdžiui, Danijoje du ar trys vaikai iš kiekvieno 100 gimsta su rimtais įgimtais (genetinio pobūdžio) defektais. Tokia pat padėtis ir JAV: iš 100 naujagimių trys ar penki serga paveldimomis ligomis: turi protinių, nervinio pobūdžio, raumenų, odos ir griaučių defektų, epilepsiją, taip pat kenksmingų kraujo, endokrininės sistemos, virškinamojo trakto, šalinimo ir lytinės sistemos pakitimų. Prezidentas Kenedis yra pasakęs, kad tiek daug nepilnaverčių naujagimių — tai nacionalinė Jungtinių Amerikos Valstijų tragedija.

Kai kurių ligų atveju sunku nustatyti paveldimų veiksnių vaidmenį, bet galima teigti, kad dabar maždaug keturi procentai gimusių vaikų serga paveldimomis ligomis. O tai reiškia, kad sekančioje kartoje iš kiekvieno 100 milijonų 4 milijonai gims nelaimingų...

Šių paveldimų ligų priežastis — mutacinis procesas, ir čia nemažą reikšmę turi natūrali radiacija.

...Pagal Amerikos komiteto atominės radiacijos genetiniam efektui tirti duomenis, dozės, padvigubinančios žmogaus mutacijų skaičių, dydis yra tarp 30 ir 80 rentgenų.

Tarybinių mokslininkų darbai parodė, kad jų kolegos amerikiečiai apsiriko maždaug penkiskart.

N. Dubininas, remdamasis duomenimis apie žmogaus natūralių mutacijų dažnumą ir beždžionių organizmo chromosominių pakitimų dėl radiacijos dažnumo priklausomybę, padarė išvadą, kad 10 rentgenų žmonijai — visiškai pakankama dozė mutacijų dažnumui padvigubinti.

1959 metais Mokslinis komitetas prie SNO radiacijos veikimui tirti priėmė tarybinės delegacijos pasiūlymą ir paskelbė, kad 10 rentgenų dozę galima laikyti padvigubinančia ir, jeigu visa žmonija kas karta (30 metų) gaus po tokią dozę, galima tikėtis pačių rimčiausių pasekmių.

Н. Дубинин, В. Губарев. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966. р. 131, 132, 133.

Chromosominės ligos

Chromosomų autoreprodukcijos ir nesutrinkančio mitozės mechanizmo veiklos dėka 46 chromosomos, kurias gauna apvaisinta kiaušialąstė, patenka į visas somatines ląsteles. Normalus chromosomų rinkinys užtikrina normalų, pilnavertį individo vystymąsi, tačiau ne visada viskas gerai klojasi. Kartais darniausia mejozės ir mitozės mechanizmų veikla sutrinka dėl išorinių ir vidinių veiksnių įtakos. Ląstelėje įvykiai dramatizuojasi, sutrinka tikslus chromosomų perdavimas, taigi klaidingai pasiskirsto chromosomos.

Žinome, kad žmogus turi turėti 46 chromosomas. Tačiau buvo pastebėta, jog kai kurių vyrų visose ląstelėse yra papildoma *X* chromosoma. Taigi jie turi 47 chromosomas, jų lyties formulė yra *XXY*. Ir tai negali neatsiliepti jų organizmui. Vyrams atsiranda kai kurie moteriški požymiai: pakitėjęs balsas, neauga barzda, ūsai ir kt. Tokie vyrai negali turėti vaikų. Ir dėl viso to kalta atliekama *X* chromosoma. Ši liga vadinama Kleinfelterio sindromu.

O Ternerio—Šereševskio liga serga tik moterys. Pasirodo, tokios moterys neturi antros *X* chromosomos, jų lyties formulė yra *XO*. Bendras chromosomų skaičius 45, o ne 46, kaip paprastai.

Ten pat, p. 102, 103.

Būdai chromosomų preparatams gauti

Iš pradžių vienintelis šaltinis chromosomų tyrimo medžiagai gauti buvo įvairių žmogaus organų audinių kultūros: odos, jungiamojo audinio, kaulų čiulpų (pastarieji būdavo punktuojami iš krūtinkaulio). Tačiau 1960 m. P. Nouelas ir jo bendradarbiai nustatė, kad žmogaus chromosomoms tirti visiškai tinka leukocitų, gautų iš įprastų kraujo mėginių, kultūros. Nuo tada chromosomų tyrimas pradėjo labai progresuoti. Dirbant su leukocitais, geriems rezultatams gauti į kultūrą reikia pridėti fitohemagliutinino—mukopolisacharido, išskirto iš pupelių. Tada, praėjus trims dienoms nuo kultūros auginimo pradžios, gaunami puikūs chromosomų preparatai. Taigi dabar nesunku išskirti bet kurio žmogaus chromosomas ir jas tirti plačiu mastu. Tokie tyrimai jau atliekami ir labai sėkmingai.

А. Мюнтцинг. Генетика. М., «Мир», 1967, p. 554.

Dvynių metodas

Indentiški dvyniai — tai medžiaga, kurią mums teikia gamta, kad ištirtume aplinkos įtaką organizmams, turintiems vienodą genotipą. Visais požymiais, kurie priklauso tik nuo genų — ly-

ties, akių spalvos ir kraujo grupės, identiški dvyniai yra vienodi. Taip pat jie vienodi ir baltymų struktūra, todėl vieno identiško dvynio odą galima sėkmingai persodinti kitam.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат. 1966, p. 163, 165.

Odos persodinimo metodas buvo pritaikytas visiems žinomo įvykio Šveicarijoje atveju. Praėjus 6 metams po dizigotinių dvynių, Viktoro ir Pjero, gimimo, žmonės pastebėjo, kad Erikas, kitoje šeimoje gyvenantis berniukas, kaip du vandens lašai panašus į Viktorą. Kilo įtarimas, kad vaikus sumaišė gimdymo namuose (visi jie gimė tą pačią dieną tuose pačiuose gimdymo namuose): buvo spėjama, kad iš tikrųjų tai Erikas ir Viktoras — monozigotiniai dvyniai, o Pjeras — vienintelis kitos šeimos vaikas. Šis spėjimas pasitvirtino, nes, persodinus Eriko odą Viktorui ir atvirkščiai, transplantatai prigijo. Kadangi monozigotinių dvynių audiniai yra identiški, pavyko kartą sėkmingai persodinti sveiko dvynio skydinę liauką ir kelis kartus inkstą dvyniui, kurio atitinkamas organas pradėjo blogai funkcionuoti.

К. Штерн. Генетика человека. М., «Медицина». 1965, p. 505, 506.

Žmonių rasės ir genetika

Žmonija sudaro plačią ir gausią rūšį, susidedančią iš atskirų grupių. Visos šios žmonių grupės gali kryžmindamosi keistis genais. Tačiau toks keitimasis ne visada galimas, nes esama daugmaž efektyvių barjerų, kliudančių sudaryti santuokas ne grupės rėmuose. Tokia kliūtis gali būti didelis atstumas, kastų ir klasių sistema, religiniai skirtumai. Kai nedidelės apimties grupės susilieja, pavyzdžiui, padidėjus transporto galimybėms arba sumažėjus klasiniams ir religiniams apribojimams, žalingi recesyviniai požymiai visiškai išnyksta ir eugeniniu požiūriu gaunamas teigiamas rezultatas. Pačios stambiausios fenotipiškai skirtingos žmonių grupės vadinamos „rasėmis“. Anksčiau, o pastebimai net ir dabar rasių izoliacija buvo geografinio pobūdžio.

Ten, kur išnykę geografiniai barjerai, griežtesnė ar menkesnė izoliacija dažnai išlieka dėl rasinių prietarų. Dėl nuo seno vykdomos griežtos rasių izoliacijos atsirado žymūs rasių genofondų[1] skirtumai. Kai kurie genai, pavyzdžiui juodos arba rudos odos spalvos, teturi vieną atskirą alelį kai kuriuose genofonduose ir kitą alelį kituose. Negrų genofonde yra tik juodos odos spalvos aleliai, o europiečių genofonde — tik atitinkami baltos odos spalvos aleliai. Dėl tokių genų veikimo kiekvienas vienos rasės individas skiniasi nuo kiekvieno kitos rasės individo. Ta-

[1] Genofondas — vienos kurios populiacijos genų visuma. — *Aut.*

čiau tokių genų yra labai mažai. Daugumos arba net ir visų rasių daugelis genų turi tuos pačius alelius ir tesiskiria tik jų santykiais, kuriais šie aleliai susilieja genofonde. Išskyrus kai kurias Amerikos indėnų gentis, visos žmonių rasės turi tris kraujo grupių alelius: *A*, *B* ir *O*, nors visose rasėse *O* alelis yra dažniausiai pasitaikantis. Azijos tautose *B* grupė yra labiau paplitusi, negu Europos tautose... Šiais genais rasės yra panašios, ir skirtingų rasių atstovai gali būti identiški, o vienos rasės žmonės skirtis šiuo požymiu. Nedaug abejonių kelia ir tai, kad rasės viena nuo kitos skiriasi taip pat ir genų, kontroliuojančių protinius sugebėjimus ir asmens ypatybes, dažnumu. Kadangi disponuojame labai negausiais ir neįtikinamais šio teiginio įrodymais, sunku nustatyti, kaip stipriai tai pasireiškia iš tikrųjų. Kita vertus, nėra pagrindo tikėti, kad kuriai nors vienai rasei yra būdinga privilegija turėti visus tobuliausius tokių genų alelius, o kitai — pačius blogiausius. Kaip tik atvirkščiai, yra duomenų, rodančių, kad taip nėra ir kad visos rasės turi ir tobuliausių, ir blogiausių alelių.

...Tvirtai galima teigti tik viena: keitimasis genais tarp genofondų, kurie ilgą laiką buvo izoliuoti, sukels naujo kintamumo protrūkį. Jeigu iki to laiko pats žmogus sugebės išmokti reguliuoti savo evoliucijos eigą, jis galės panaudoti šią įvairovę puikiausiems rezultatams pasiekti.

Ш. Ауэрбах. Генетика. М., Атомиздат, 1966. p. 308. 309, 310.

7. Organizmas ir aplinka

Organizmo ir aplinkos sąveika

Kas yra aplinka

Aplinka vadinama visa tai, kas supa organizmus ir tiesiogiai arba netiesiogiai veikia jų būklę, vystymąsi, gyvenimo ir dauginimosi galimybes. Organizmams svarbi ne tik cheminė aplinkos sudėtis, bet ir fizinė jos būklė (temperatūra, spaudimas, radiacinės sąlygos, dalelių judrumas, tirpalų jonizacija, elektrinė būklė ir kt.). Aplinkoje yra tos pačios arba kitų rūšių organizmų, su kuriais tiesiogiai ar netiesiogiai individas susiduria.

Iš aplinkos organizmas gauna reikalingų medžiagų, o jai grąžina metabolizmo produktus. Medžiagos ir energijos gavimas bei atidavimas turi būti daugmaž subalansuotas, kitaip labai sutriks „organizmo ir aplinkos pusiausvyra“ [1] ir kils grėsmė jo egzistavimui.

Organizmų pastovi arba laikina aplinka esti oras (troposfera), vanduo ir dūlėjanti litosferos pluta; pastarosios ypač gausiai gyvenamas dirvožemis, kuris yra mechaninis trijų fazių — dujinės, skystos ir kietos — konglomeratas. Parazitų aplinka yra šeimininkų organizmas, o saprofitų ji gali būti negyva organinė medžiaga: kai kurios nematodos sėkmingai gyvena netgi acte...

Įvairios rūšys, netgi gyvenančios toje pačioje vietoje, aplinka naudojasi skirtingai: vartoja nevienodą maistą, skiriasi dujų, vandens ir mineralinių medžiagų apykaitos ypatybėmis ir nevienodais poreikiais temperatūrai, drėgmei ir kitoms sąlygoms...

Organizmai ir aplinka, kurioje jie gyvena, nuolat veikia vienas kitą. Tarp gyvų būtybių ir neorganinės gamtos vyksta medžiagų ir energijos apykaita. Šios sąveikos esmė yra ta, kad organizmų būklė, jų vystymosi, gyvenimo ir dauginimosi galimybės bei sėkmė tiesiogiai priklauso nuo aplinkos veiksnių visumos. Kita vertus, biologinė medžiagų apykaita ir su ja susijęs energijos kitimas labiausiai ir negrįžtamai keitė ir keičia aplinkos cheminę sudėtį ir fizinę būklę. Ši pradinės neorganinės gamtos ir jos darinių — gyvosios organinės medžiagos — sąveika yra įtikimiausia ir akivaizdžiausia istorinės organizmų ir aplinkos vienybės išraiška. Šios vienybės aktyvus, pagrindinis elementas, be abejo, yra gyvieji biosferos gyventojai, nes jie nulėmė tuos esminius pakitimus.

[1] I. Pavlovo terminas.

kurie įvyko biosferoje nuo pat gyvybės atsiradimo Žemėje. Tuo pačiu organizmai, būdami pagrindiniai šios vienybės elementai, ypač kiekvienas jų atskirai, yra visiškai priklausomi nuo aplinkos, be kurios jie negali gyventi. Individų būklė ir gyvybingumas, kokios rūšies jie bebūtų, priklauso nuo medžiagų apykaitos sąlygų. Taigi organizmų ir aplinkos vienybė savo esme yra prieštaringa.

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, p. 31, 49—50.

Organizmų priklausomumas nuo aplinkos

Augalo forma, jo gyvybinės funkcijos priklauso nuo gyvenimo sąlygų. Kad šis priklausomumas būtų akivaizdus, pakanka palyginti medį (pavyzdžiui, pušį), išaugusį miške ir atviroje vietoje.

Pušis, išaugusi miške, kur trūksta šviesos, turi tiesų liemenį, kurio didesnė dalis esti be šakų: tik pačioje jo viršūnėje šakos sudaro lają. Pušis — šviesamėgis augalas, ir apatinės šakos, atsidūrusios šešėlyje, veikiai nudžiūsta...

Atvirkščiai, pušis, išaugusi laukymėje, kur greta jos nėra medžių, turi skėstą lają. Ji gausiai šakojasi, šakos auga beveik nuo pat liemens pagrindo...

Kviečių, išaugusių patręštame lauke ir netręštame sklype, derlius būna nevienodas; augalų aukštis, varpų ir grūdų skaičius varpose, jų dydis ir kt. labai skirtingi.

Žinodami, kaip vienokios ar kitokios sąlygos veikia augalų augimą ir vystymąsi, galėsime, sumaniai jas parinkdami, valdyti augalų augimą bei vystymąsi, gauti mums reikalingą grūdų, vegetatyvinės masės, medienos, šaknų sistemos ir kitų dalių derlių.

...Augalai, per visą savo istorinį vystymąsi būdami glaudžioje ir nuolatinėje sąveikoje su aplinka, prisitaikydami prie tam tikrų gyvenimo sąlygų, įgijo tokią išvaizdą, vidinę sandarą ir fiziologines ypatybes, kurios labiausiai atitinka jų gyvenimo aplinkybes. Todėl gamtoje yra daug ekologinių formų.

Ekologinės formos — tai pagrindinis augalų ekologijos vienetas. Labai retai ekologinės formos sutampa su augalo sistematiniu priklausomumu tam tikrai rūšiai arba genčiai. Daugiausia tokio sutapimo nebūna, ir vienai ekologinei formai priklauso skirtingų sistematinių grupių augalai. Pavyzdžiui, kaktusų ekologinė forma — sukulentiniai belapiai augalai, kurių lapai virtę dygliais,— būdinga *kaktusinių*, augančių sausuose Amerikos rajonuose, *šeimai* ir panašioms į medžius *karpažolėms*..., augančioms Pietų Afrikos dykumose...

...Augalų gyvenamąją aplinką sudaro daugelis elementų.

Šių elementų esama ir tokių, be kurių augalas negali gyventi: žaliajam augalui reikia deguonies ir CO_2, šilumos, vandens, dirvožemyje ištirpusių tam tikrų mineralinių druskų. Jeigu neduo-

sime augalui bent vieno šių elementų, jis negalės užbaigti normalaus vystymosi cikio ir neišvengiamai sunyks, nepalikęs palikuonių. Šie aplinkos elementai yra lygiareikšmiai ir nepamainomi — tai augalų gyvenimo sąlygos.

Be šių elementų, augalą veikia ir kiti, nors ir nebūtini jo gyvenimui ir vystymuisi, bet turintys teigiamą įtaką augimui ir vystymuisi arba, atvirkščiai, neigiamai veikiantys jo gyvybingumą. Tokie elementai yra, pavyzdžiui, vėjas, oro retumas, dūmų dujos ore, reljefas ir kt. Tie aplinkos elementai, kuriems augalas nėra indiferentiškas, vadinami ekologiniais veiksniais.

...Žemės rutulio paviršiuje aplinka augalams augti yra labai įvairi. Žemės paviršiaus įvairiose vietose atskirų ekologinių veiksnių įtakos intensyvumas nevienodas. Temperatūros kitimas, einant iš šiaurės į pietus, nevienodas šviesos intensyvumas įvairiose platumose, skirtingas kritulių kiekis įvairiose Žemės paviršiaus teritorijose, dirvožemio geologinės struktūros skirtingumai — visi šie elementai kartu su sudėtingais augalų deriniais ir sąveika sudaro begalinę ekologinės aplinkos įvairovę.

...Įvairių ekologinių veiksnių įtakos augalams intensyvumas gali būti nevienodas įvairiais metų laikais, skirtingomis paros valandomis ir t. t. Įvairių augalų reakcija į veiksnio įtakos intensyvumą priklausys nuo augalo prigimties ir bus nevienoda. Pavyzdžiui, daugelis atogrąžų augalų žūva, nukritus temperatūrai iki +5, +2°, o arktiniai augalai gali ištverti iki −30, −40° ir netgi žemesnėje temperatūroje. Pavyzdžiui, *kakavmedis*... jau +15° temperatūroje labai kenčia. Normaliai jis auga +18, +19° temperatūroje.

Įvairūs procesai augale — fotosintezė, transpiracija, vandens įsiurbimas, medžiagų kitimas ir apykaita — intensyviausiai vyksta tam tikromis temperatūros, drėgmės, šviesos ir kitų veiksnių sąlygomis.

Vieno ar kito veiksnio intensyvumas gali padidėti arba sumažėti tik iki tam tikrų ribų, už kurių augalas arba laikinai nustoja augti ir vystytis, arba netgi gali nunykti.

В. В. Алехин и др. География растений с основами ботаники. М., Учпедгиз. 1961 г. 229—231.

Gyvybė ir vanduo

...Gyvosios būtybės atsirado vandenyje. Nuo jo fizinių ir cheminių ypatybių priklauso hidrobiontų[1] medžiagų apykaita, visi jų sandaros ir fiziologijos bruožai pritaikyti prie gyvenimo van-

[1] Hidrobiontai — vandenyje gyvenantys augalai ir gyvūnai, visiška prisitaikę gyventi šios aplinkos sąlygomis; paprastai jie yra priešpastatomi aerobiontams — sausumos gyventojams ir pedobiontams — dirvožemio gyventojams. Amfibiontais vadinamos rūšys, prisitaikiusios gyventi ir vandenyje, ir sausumoje.

denyje. Daugeliui rūšių vanduo yra priemonė paplisti. Vanduo organizme — pagrindinė terpė, kurioje vyksta ir vandens, ir sausumos gyvūnų biocheminiai procesai. Jis sudaro koloidines sistemas — protoplazmą. Osmosinis slėgis ir kūno skysčių (kraujo, ertmių skysčių) joninė būklė, nulemianti viduląstelinę ir tarpląstelinę apykaitą, priklauso nuo vandens ir jame ištirpusių druskų kiekio. Maisto medžiagos ir disimiliacijos produktai transportuojami vandeninių tirpalų pavidalu. Tik pro vandens plėvelę įsiurbiamas deguonis ir išskiriamas anglies dioksidas kvėpuojant; taip pat dirba uoslės organai. Pagaliau sausumos gyvūnai, garindami nuo paviršiaus vandenį ir vienam gramui sunaudodami 530 kalorijų, efektyviai sumažina kūno temperatūrą.

Vabzdžių kūne vandens būna nuo 46 ir 92%, minkštakūnių — nuo 80 iki 92%...; upinio vėžio — 77%, iešmučio — 87%, varlės buožgalvio — 93%, o medūzos...— netgi 95%.

Tarp gyvūno organizmo ir aplinkos nuolat vyksta vandens ir jame ištirpusių medžiagų apykaita, todėl ir vieno, ir kito kiekis jų kūne kinta. Vandens kiekiui sumažėjus iki tam tikros žemutinės ribos, gyvūnas pradeda stingti, o paskui nunyksta. Vandens trūkumas baisesnis už badą. Pavyzdžiui, badaudamas žmogus, negresiant gyvybei, gali netekti iki 40% kūno masės, pusės baltymų, beveik visų angliavandenių ir riebalų, tačiau, kūne sumažėjus vos 10% vandens, jo funkcijos sutrinka, o netekus 20% vandens, miršta. Nuo vandens ir mineralinių medžiagų gavimo ir netekimo priklauso koloidų hidratacijos laipsnis ir kūno skysčių osmosinis slėgis. Šie du pagrindiniai reiškiniai kartu su elektrolitų joninės būklės pakitimais, kintant biologinių membranų pralaidumui ir ląstelių struktūrų elektrinei būklei, keičia tarpląstelinės ir viduląstelinės medžiagų apykaitos sąlygas. Dideli šių intymiausių reiškinių pakitimai sutrikdo augimą, vystymąsi ir visą organizmo gyvybinę veiklą, o tai rodo, kad vidinė vandeninė terpė turi būti pastovi. Čia ir slypi vandens ir druskų apykaitos esmė, nes ji, kaip aiškėja iš to, kas pasakyta, yra neatskiriama bendros medžiagų apykaitos dalis.

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, p. 85—86.

Pagal tai, kaip augalai susiję su vandeniu, jie skirstomi į tokias grupes. *Higrofitai* — vandens ir šlapių vietų augalai. *Mezofitai* — vidutinio drėgnumo augimviečių augalai. *Kserofitai* — sausų vietų augalai.

Higrofitai. Tai vandenyje pasinėrę augalai — *hidrofitai* ir drėgnų vietų (drėgnų pievų, miškų, paupių, pelkių) augalai — *higrofitai*. Higrofitai esti stambūs, jų lapalakščiai platūs, šaknų sistema silpna ir negili. Kadangi vandenyje trūksta deguonies, šie augalai, periodiškai (pavasarį ir rudenį) užliejami iki tam tikro aukščio vandeniu, stiebuose, lapuose, šakniastiebiuose turi

tam tikrų prisitaikymų. Jų gerai išsivystęs tarpuląsčių tinklas — aerenchima. Jiems būdingos tokios ypatybės.

1. Higrofitų tarpuląsčių ertmės gali sudaryti iki 70% viso jų tūrio.

2. Jų lapuose labai daug žiotelių. Pavyzdžiui, *lūgnės* lapo 1 mm² jų yra 400, *vandens lelijos* — net 648. Šių vandens augalų su plūduriuojančiais lapais apatinėje lapo pusėje žiotelių nėra. Jų neturi ir povandeniniai lapai.

3. Higrofitų vandenį praleidžiantys elementai (indų kūneliai) silpnai išsivystę ir labai redukuoti ramstiniai audiniai (vandens augalai jų neturi). Osmosinis slėgis ląstelių viduje mažas.

Kserofitai. *Kserofitai* — sausringų augimviečių, sausų stepių, dykumų ir iš viso sauso ir karšto klimato sričių augalai. Tačiau jų esama ir drėgnesnio klimato srityse — miškų ir netgi arktinėje zonoje. Čia jie auga sausose augimvietėse: aukštesnėse vietose, saulėtame šlaite ir kt. Jie gali ištverti sausrą, labai nesumažindami gyvybinio aktyvumo.

Toks sausringų vietų augalų sugebėjimas yra galimas todėl, kad jie turi fiziologinių ir morfologinių bei anatominių prisitaikymų...

Mezofitai. *Mezofitai* — gausi augalų grupė, kuri pagal drėgmės režimą ir pagal vandens apykaitą užima tarpinę padėtį tarp kserofitų ir higrofitų. Ir morfologiniais požymiais, ir savo fiziologija ši augalų grupė yra labai nevienalytė ir negriežtai atsiribojusi... Vis tik dauguma formų yra „tipiški" mezofitai. Mezofitai auga vidutinio drėgnumo sąlygomis. Jie vyrauja vidutinio klimato šalyse, kur palyja per visą vegetacinį periodą (daugiau pavasarį ir rudenį). Tai dauguma mūsų miškų, pievų augalų. Didesnė dalis kultūrinių augalų — taip pat mezofitai. Dauguma mezofitų — daugiamečiai augalai. Žoliniai mezofitai turi šakniastiebius arba sudaro velėną. Jie neturi aerenchiminės sistemos, kuri būdinga higrofitams. Jų lapai plokšti, su vidutiniškai išsivysčiusiu ramstiniu audiniu, statine parenchima. Epidermis plonas, kutikula silpnai išsivysčiusi. Plaukeliai nesudaro tankios dangos; žiotelių tėra tik apatinėje lapo pusėje... Tipiški mezofitai yra mūsų pievų žolės — *pašarinis motiejukas, paprastoji šunažolė, tikrasis eraičinas, raudonasis dobilas;* miško augalai — *kiškiakopūstis, miškinė sorokė, miškinė septynikė* ir kt. Iš medžių — *liepa, lazdynas, guoba. Ąžuolas* — mezokserofitas, jis auga toliau į pietus ir į rytus, negu liepa, guoba. Drėgmę labiau mėgstantys mezofitai (mezohigrofitai) — *paprastasis varputis, beginklė dirsė, bekmanija, pelkinė miglė, pašiaušėlis* ir kt.

В. В. Алехин и др. География растений с основами ботаники. М., Учпедгиз, 1961, p. 252—253, 256.

Įvairūs mitybos tipai istoriškai nulėmė pagrindinius gyvūno kūno sandaros bruožus ir funkcijas, suteikiančius galimybę jam gyventi ir susirasti maisto tam tikroje aplinkoje — vandenyje, sausumoje ir t. t. Nuo maisto gavimo būdų priklauso ir gyvūnų gyvenimo būdas, kuris gali būti sėslus arba judrus, vienišas arba grupinis, ir daugelis kitų ypatybių. Ir čia nėra ko stebėtis, nes maitinimasis, kaip jau buvo rašyta, yra pagrindinė ryšio su aplinka forma, vadinasi, ir pagrindinė organizmo funkcija. Suprantama, morfologinių bei fiziologinių ir ekologinių rūšies ypatybių negalima aiškinti tik mitybos būdu, bet jos visos gerokai priklauso nuo maitinimosi specializacijos, daugeliu atvejų ji buvo svarbiausia šių ypatybių istorinio formavimosi sąlyga... Gyvūnų poreikis maistui ne visą laiką esti vienodas. Jis kinta pagal amžių, įvairius sezonus ir netgi paros laiką. Nevienodas ne tik reikalingo maisto kiekis, bet ir jo sudėtis. Tam tikrais sezonais, ypač rudenį ir pavasarį, labai reikšmingos pasidaro organinės ir mineralinės, gydančios ir tonizuojančios medžiagos arba augimo ir vystymosi skatintojai.

Poreikiai keičiasi ir priklausomai nuo gyvūno medžiagų apykaitos sąlygų. Kadangi medžiagų ir energijos patekimas ir sunaudojimas turi atsverti vienas kitą, tad daugiau maisto reikia visais tais atvejais, kai dėl pažemėjusios aplinkos temperatūros, padidėjusio oro sausumo, sustiprėjusio vėjo ir daugelio kitų reiškinių tenka atiduoti daugiau šilumos ir vandens bei eikvoti kitas medžiagas. Nuo to, kaip bus patenkinti nuolat kintantys poreikiai maistui, vandeniui ir mineralinėms medžiagoms, priklausys gyvūnų būklė, vadinasi, gyvenimo ir dauginimosi galimybės.

Gyvūnams būtini proteinai, riebalai, angliavandeniai, vitaminai ir kitos medžiagos, užtikrinančios vystymąsi ir dauginimąsi. Kai kurių mineralinių medžiagų reikia labai mažai (mikroelementų), bet ir jos būtinos, nes įeina į kraujo pigmentų sudėtį ir dalyvauja daugelyje svarbių biocheminių reakcijų. Pagaliau su maistu gyvūnai gauna didesnę dalį, o kartais ir visą jiems reikalingą vandenį...

Įvairios dietos, keisdamos gyvūnų medžiagų apykaitą ir fiziologinę būklę, keičia ir jų elgseną — pakinta jų paros aktyvumo pobūdis, labiau mėgstama temperatūra ir daugelis kitų reiškinių. Tai rodo, kad apsirūpinimas maistu turi gilią ir įvairiapusišką ekologinę reikšmę. Šiuo požiūriu ypač svarbus yra gyvūnų judrumo padidėjimas badaujant ir dėl to prasidėjus masinei jų migracijai iš tų rajonų ir sričių, kur trūksta maisto...

Kaip gyvūnai naudoja maisto išteklius gamtoje, pirmiausia priklauso nuo rūšių gausumo ir jų sugebėjimo susirasti maisto... Tačiau tai priklauso taip pat ir nuo maisto prieinamumo bei konkrečių jo gavimo sąlygų. Tai, kas paprastai vadinama maisto „bio-

loginėmis atsargomis" (nesunaudojamos jo liekanos), iš tikrųjų lėra ta dalis, kuri arba atliko, negausiems vartotojams patenkinus savo poreikius, arba jos neįmanoma paimti.

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, с. 56, 73, 77, 78.

Dujų apykaita

Deguonis gyvūnų organizme dalyvauja oksidacijos ekzoterminiuose procesuose, kuriems vykstant išsiskiria medžiagos ir energija, naudojamos vystymuisi ir gyvybinei veiklai; kartu išsiskiria ir metabolinis vanduo, kurio vaidmuo ypač svarbus sausringų vietovių gyventojų vandens balanse. Šis bendras metabolizmo procesas, kuriam vykstant oksidacijos eigoje išsiskyrusios medžiagos ir energija naudojamos pagrindinėms organizmo funkcijoms — kvėpavimui, kraujo apytakai, šalinimui, nerviniam-humoraliniam reguliavimui ir augimui, vadinamas pagrindine apykaita. Pagal pagrindinės apykaitos intensyvumą, kuris matuojamas deguonies kiekiu, sunaudojamu organizmo ramybės būsenoje, galima spręsti apie bendrą jo gyvybinės veiklos lygį. Judėjimui ir kitoms aktyvios veiklos rūšims reikia papildomai medžiagų ir energijos, todėl sunaudojama ir daugiau deguonies.

Ten pat, p. 131—132.

Spindulinės energijos reikšmė organizmų gyvenime

...Vykstant organizmo medžiagų apykaitai, visada absorbuojama, gaminama, kinta ir naudojama įvairių rūšių energija, t. y. vyksta jos apykaita su aplinka. Abi metabolizmo pusės (medžiagų apykaita ir energijos apykaita) yra glaudžiai susijusios ir viena nuo kitos priklauso. Ypač svarbi organizmams yra šilumos apykaita ir kitų spindulinės energijos rūšių absorbavimas bei atidavimas; svarbi yra kinetinė energija, su kuria susijęs vandeninės terpės ir atmosferos slėgis bei judėjimas, traukos jėga, garso virpesiai, mechaniniai svyravimai ir kt. Todėl aplinkos energetinis būvis — jos judėjimas, mechaniniai svyravimai, temperatūra, elektromagnetinis laukas, matomosios šviesos, infraraudonųjų, ultravioletinių ir trumpabangių skvarbiųjų spindulių intensyvumas veikia medžiagų apykaitos eigą ir tuo pačiu organizmo būklę.

Aplinkos energetika pirmiausia tiesiogiai veikia organizme vykstančius procesus, juos pagreitindama arba sulėtindama, kūnui gaunant energijos ar, atvirkščiai, išspinduliuojant ją į aplinką. Toks poveikis priklauso nuo įprastinių fizikinių dėsningumų. Tačiau tie išoriniai reiškiniai, į kuriuos receptoriai (gyvūnų jutimo organai) reaguoja kaip į informaciją apie aplinką, perdirbamą nervinių centrų, sukelia atsakomąsias refleksines organizmo reakcijas. Šios reakcijos — ne įprasti fizikiniai dėsningumai, o isto-

riškai susidarę sudėtingi refleksiniai mechanizmai. Būtent jiems padedant, atitinkamai persitvarko gyvūno, „numatančio" prasidedančias permainas aplinkoje, metabolizmas, ir šias permainas jis sutinka pasiruošęs. Šiuo požiūriu didelę biologinę reikšmę gali įgyti tie aplinkos veiksniai, kurie, būdami silpni ir neturėdami bent kiek žymesnės tiesioginės įtakos gyvūnų apykaitos ir gyvybinės veiklos procesams, įgyja signalinę reikšmę, nes jie dėsningai kartojasi prieš paros, sezoninius ir kitokio pobūdžio aplinkos kitimus. Jiems priklauso mechaniniai svyravimai, ypač garsas ir ultragarsas, kai kurios spindulinės energijos rūšys ir kt.

Didelę ekologinę reikšmę energijos apykaitai su aplinka turi įvairi radiacija, tačiau bendra radiacijos reikšmė gyvūnų gyvenimui nėra dar gerai ištirta... Beje, paskutiniu metu kaupiami faktai, rodantys svarbią ir įvairiapusišką labai įvairių spindulinės energijos diapazonų reikšmę gyvūnų gyvenimui.

Yra žinoma, kad pašto karveliai galingų radijo stočių veikimo zonoje netenka orientacijos ir nuklysta iš kelio. Jau akad. A. Midendorfas yra pateikęs samprotavimų apie Žemės magnetizmo reikšmę paukščių orientacijai migracijos metu. Nors dabar ši orientacija aiškinama kaip sudėtingas instinktyvus procesas, kuriam didelę reikšmę turi paukščio patirtis, jauniklių įsigyjama, išskridus iš lizdo..., klausimas apie fizinių veiksnių įtaką orientacijai yra neišspręstas... Gyvūnams būtina vienokio ar kitokio intensyvumo šviesa. Išimtis yra tik nuolatiniai gilių urvų..., dirvožemio ir jūros gelmių, siekiančių daugiau negu 1500 m, nes giliau šviesa nepatenka netgi vandens telkiniuose su skaidriu vandeniu, gyventojai. Šios rūšys turi specialius prisitaikymus gaudyti menkiausią spindulinę energiją (sudėtingas ir dideles akis), stipresnę uoslę, klausą ir lytėjimą; kai kurie turi tam tikrus švytėjimo organus, o kitų akys visiškai arba iš dalies yra atrofuotos. Tamsoje paprastai redukuojasi spalva...

Kai šviesa veikia (absorbuojama) tiesiogiai, ekologinis-fiziologinis jos rezultatas priklauso nuo sugertų spindulių kiekio (dozės). Įvairios gyvūnų rūšys gali gyventi tik esant tam tikros spektrinės sudėties apšvietimui, trukmei ir intensyvumui; už šių ribų jų gyvybinė veikla sutrinka ir jie gali žūti... Naktiniai ir sutemų žinduoliai (pelėnai ir pelės) gali būti tiesioginiuose saulės spinduliuose tik 5—10 minučių, o dieninės formos (starai) — kelias valandas... Apšvietimas pagreitina jūros ežių ir daugelio vabzdžių kiaušinių vystymąsi, tačiau tik tada, kai skirtingoms rūšims jis esti tam tikro intensyvumo; peržengus šią ribą, vystymasis sulėtėja arba sustoja, ypač jei didelės ultravioletinių spindulių dozės. Muselių drosofilų lervos stadijos trukmė sutrumpėja, padidinus apšvietimą iki 2500 žvakių metrui; dar didinant apšvietimą, ji, atvirkščiai, pailgėja. Upėtakio ikrų, paprastai įkasamų į žemę, vystymasis šviesoje pailgėja 4—5 dienomis, o plekšnės, žvaigždėtojo erškėto, silkių ikrų vystymasis, normaliai vykstantis šviesoje, tamsoje pailgėja 1—2 dienomis. Vienokia ar kitokia reakcija į ap-

švietimą priklauso nuo istoriškai susiklosčiusio gyvūnų prisitaikymo prie apšvietimo sąlygų ir atitinka jų gyvenimo būdą ir gyvenamųjų vietų ypatybes...

Apšvietimo kitimas per parą ir atskirais sezonais nulemia ne tik aktyvumo kitimą (ramybės ir veiklos periodus), su juo susiję ir tokie cikliniai biologiniai reiškiniai, kaip veisimasis, migracijos, šėrimasis ir kt. Šviesos režimas čia yra pagrindinis signalinis veiksnys...

Ten pat, p. 142—144, 147—149.

Šilumos apykaita

...Aplinkos temperatūra tiesiogiai ar netiesiogiai veikia gyvūnų vystymąsi, būklę, gyvenimą, dauginimąsi, vadinasi, — jų gausumą ir paplitimą.

Tiesioginis poveikis būna tada, kai gyvūno kūnas sugeria šilumą arba ją atiduoda aplinkai. Šie reiškiniai priklauso nuo aplinkos temperatūros ir nulemia organizmo šiluminį būvį. Su tuo savo ruožtu susijęs ne tik medžiagų apykaitos intensyvumas, bet ir jos pobūdis, t. y. vystymasis ir gyvybinė veikla. Organizme vykstančių biocheminių procesų, kaip ir visų cheminių reakcijų, greitis, temperatūrai pakilus 10°C, padidėja maždaug 2—3 kartus...

„Informacija apie temperatūrą“, kurią gauna specialūs jutimo organai (termoreceptoriai), yra orientavimosi aplinkoje priemonė, skatinanti aktyviai ieškoti tinkamų temperatūros sąlygų. Aplinkos temperatūra turi svarbią signalinę reikšmę, nes ji reguliuoja judėjimo (taksių, migracijų) laiką ir kryptį, gyvūnų plitimą ir dauginimąsi.

Su gyvūnų šilumos apykaita glaudžiai susijusi visa jų organizmo energetika. Šiluminės energijos gavimą, gaminimą ir naudojimą reguliuoja refleksinė nervų sistemos veikla.

Ten pat, p. 153, 154.

Aplinkos judėjimas ir substratas

Tiesioginė gyvūno aplinka gali būti vanduo, oras, dirvožemis arba organizmas (parazitų).

Vandens ir oro aplinkos dalelės paprastai juda. Tai gali būti arba molekulių judėjimas erdvėje — srovės, potvyniai ir atoslūgiai, vėjas, krituliai, arba mechaniniai svyravimai — garsas, ultragarsas. Ir viena, ir kita yra labai svarbu gyvūnų gyvenime...

...Tiktai tiems gyvūnams, kurie visą laiką gyvena vandens sluoksnyje (planktonas, iš dalies nektonas), substratas neturi reikšmės. Visi kiti organizmai su juo susiję: vieniems jis yra pri-

sitvirtinimo vieta (sėsliosioms formoms) ir atrama, maisto šaltinis, paviršius, kuriuo jie juda, ir fonas, kuriame tenka gyventi. Nuo substrato pobūdžio priklauso prisitvirtinimo, judėjimo organų sandara ir funkcijos, kūno forma, jo spalva ir kt.

Sausumos gyvūnams substratas gali būti dirvožemis arba pirminės uolienos, sniego ir ledo danga, gyvi ir negyvi augalai, o parazitams — šeimininko kūno paviršius arba jo audiniai ir organai. Vandens gyvūnams substratas yra vandens telkinių dugnas (gruntas), vandenyje nuskendę daiktai, o... grupei organizmų, kvėpuojančių atmosferos oru, kartais ir besimaitinančių pro vandens plėvelę,— paviršinė vandens plėvelė. Tada uodų lervos ir kai kurie minkštakūniai prisitvirtina prie jos iš apačios, pradurdami ją specialiais organais, o vandeninės blakės matininkai, blizgiai ir kiti juda ja, patys būdami virš vandens. Dirvožemis (sausumoje), gruntas (vandens telkinio dugnas) ir sniego danga gali kartu būti kai kurių gyvūnų nuolatinė arba laikina gyvenamoji vieta (aplinka).

Dauguma gyvūnų linkę aktyviai ieškoti jiems reikalingo substrato; tai daryti juos paprastai skatina vadinamasis sigmotaksis — teigiama arba neigiama reakcija į įvairius substratus. Daugelis vabzdžių ir kirmėlių juda tol, kol jų kūnas neprisiliečia prie jiems įprasto substrato. Drugių vikšrai, kol jų letenėlės jaučia augalo lapą, gali būti bet kokioje padėtyje, bet, kai paguldomi ant šono arba nugaros ir šis pojūtis dingsta, jie pradeda sukiotis, kol randa įprastą substratą.

Ten pat, p. 188, 199.

Biologiniai ciklai

- ...Aplinka, kurioje gyvena gyvūnai, nuolatos kinta; šie kitimai yra dvejopi. Biosfera, veikiama organinio pasaulio, visose srityse kinta negrįžtamai, nors ir lėtai. Atsiradus žmogui, vystantis žemės ūkiui ir pramonei, tokių kitimų tempas nepaprastai paspartėjo. Šiame fone glaudžiai susiję su negrįžtamomis permainomis vyksta grįžtami, periodiški arba griežtai cikliški biosferos būvio kitimai, sukeliami kosminių priežasčių — dangaus kūnų judėjimo saulės sistemoje. Tai paros, sezoniniai ir daugiamečiai klimato svyravimai ir dar ilgesnius laikotarpius trunkantys, bet taip pat periodiškai pasikartojantys Žemės paviršiaus kitimai, kuriuos nulemia, be kosminių, ir tektoniniai veiksniai (kalnodaros ciklai).

Šie aplinkos svyravimai vyko iki gyvybės atsiradimo ir tebevyksta nuo pirmosios jos vystymosi dienos. Suprantama, kad visi organizmai įgijo prisitaikymus, pasireiškiančius periodiškai ir palankiausiomis jiems sąlygomis vykstančių biologinių reiškinių kaita. Tokiu būdu susidarė bioklimatiniai ciklai, taip vadinami to-

dėl, kad tai iš esmės prisitaikymai prie visų periodiškai kintančių klimatinių veiksnių. Tai veiklos paros ritmika, sezoniniai ir daugiamečiai biologiniai ciklai. Tai gyvūnų (ir augalų) reakcija į bendrą klimato pasikeitimą...

Sezoniniai biologiniai ciklai yra sezoninis vienokio maisto pakeitimas kitokiu, aktyvios būklės laikotarpio — miegu, dauginimosi periodo — lytinės ramybės periodu, sėslaus gyvenimo būdo — migracijomis ir t. t. Ciklų pagrindas yra sudėtingi fiziologiniai mechanizmai, kurių dėka gyvūnas sutinka prasidedančius sezoninius oro ir kitų gyvenimo sąlygų pasikeitimus jau pasiruošęs. Toks išankstinis prisitaikymas priklauso nuo sudėtingų refleksinių procesų; impulsas reikalingiems metabolizmo pakeitimams yra vadinamieji signaliniai dirgikliai, tai yra kokie nors išoriniai reiškiniai (šviesos režimo, temperatūros, drėgmės pakitimai, krituliai, kokio nors maisto atsiradimas arba išnykimas), kurių bent vienas arba visi kartu tikrai įvyksta pirmiau, negu prasideda žymūs ir gyvūnams svarbūs sezoniniai aplinkos pasikeitimai. Veiksnys — signalas, priimamas receptorių kaip nervinių centrų perdirbama išorinė informacija, veikia su pastaraisiais susijusius sekrecijos organus, kurie pagal atitinkamą informaciją išskiria vienus ar kitus hormonus. Jie veikia kitas endokrininės sistemos grandis, o dėl to pagaliau persitvarko metabolizmas ir pakinta gyvūno būklė. Pagal šią schemą vyksta tokie sudėtingi periodiniai gyvūnų gyvenimo reiškiniai, kaip veisimasis, atsiganymas, miegas, migracijos ir kt.

Ten pat, 221, 234—235.

Gyvūnų organizmuose vykstančių procesų ritmas

Gyvūnų sugebėjimas įsiminti laiką ir navigaciją, gyvūnų ir augalų periodiškumo reiškiniai, susiję su paros, potvynių ir atoslūgių, Mėnulio fazių ir sezonų periodiškumu, rodo, kad organizmams būdinga chronometrija. Sezoninio periodiškumo reiškiniai, reguliuojami šviesos, paprastai siejami su fotoperiodizmo problema.

Biologinės chronometrijos problema imta labiau domėtis maždaug prieš 15 metų, ir mokslinėje literatūroje pasirodė terminai „biologinis laikrodis“ ir „cirkadiniai (paros) ritmai“, susiformavo biologijos skyrius, vadinamas biochronometrija, bioritmologija.

Daugybės objektų tyrimai parodė, kad sugebėjimas matuoti paros laiką yra pagrįstas viduląsteliniu laikrodžiu. Evoliucijos eigoje atsirado gyvūnų „pagrindiniai metronomai“, kuriuos sudaro grupės neuroendokrininių ląstelių, kurių veikla taip pat pagrįsta viduląsteliniais, laiką rodančiais mechanizmais.

А. М. Эмме. Биологические часы. Новосибирск, «Наука», 1967, p. 7.

Daugelio procesų, vykstančių gyvuose organizmuose, ritmas tikslumu prilygsta laikrodžio mechanizmo veikimui. Kai kuriems tokiems ritmams būdingas mėnesinis arba metinis ciklas, o kitų periodiškumas priklauso nuo paros laiko. Visiems gerai žinomi metiniai augalų ir gyvūnų augimo ir dauginimosi ciklai, tam tikri augalų žydėjimo periodai, pavasarinė ir rudeninė paukščių migracija. Mažiau žinoma, kad žmogaus kūno temperatūra reguliariai kinta per parą, kad jūros organizmai kas mėnesį pakyla iš vandenyno gelmių į paviršių (tai vyksta pavasarį, pilnaties metu), kad austrės atidaro savo kriaukles kiekvieną kartą, kai potvynio vanduo apsemia austrių gyvenamas seklumas.

Įvairių gyvų būtybių pastebimi ritmai labai tiksliai sutampa su negyvosios gamtos ritmais, kurie priklauso nuo Žemės sukimosi ir jos judėjimo aplink Saulę. Tokie ritmai yra šviesos ir tamsos, t. y. dienos ir nakties, kaita, sezoniniai svyravimai, taip pat potvyniai ir atoslūgiai, vykstantys du kartus per parą...

Kad esama vidinio laikrodžio, neseniai buvo įrodyta, stebint ir tiriant *Uca* genties krabą. Šį krabą labai dažnai galima matyti atoslūgio metu jūrų seklumose; jį lengva pažinti, nes patinas turi didžiulę žnyplę, kuri yra tokia didelė, jog atrodo, tarytum visas gyvūnas viena ši žnyplė. Šis krabas įdomus tuo, kad per parą keičia spalvą: patekėjus saulei, jo spalva pasikeičia, saugodama gyvūną nuo saulės spindulių ir slėpdama nuo priešų, o prietemy jis vėl „apsivelka vakariniu kostiumu“. Krabas būna aktyvus atoslūgio metu, o potvyniui užėjus, jis paprastai ilsisi.

Tokį krabą laikant tamsiame kambaryje vienodomis sąlygomis, jis ir toliau periodiškai keičia spalvą... ir laikosi aktyvumo ir ramybės kaitos režimo, tai yra jis elgiasi taip pat, kaip ir tie, kurie liko ant jūros kranto. Taigi netgi tamsioje laboratorijoje, kur nėra dienos ir nakties, potvynių ir atoslūgių kaitos, krabas paklūsta kažkokiam vidiniam mechanizmui, kurio ciklas sutampa su potvynių ciklu...

Beveik visi mokslininkai mano, kad biologiniai ritmai yra įgimti, o ne įgyti. Gyvūnai, kurie nuo pat gimimo auga vienodomis sąlygomis, laikosi tokio pat ritmo, kaip ir jų giminaičiai, gyvenantys natūraliomis sąlygomis. Pavyzdžiui, bitės, kurių tėvai išaugo tamsoje, laikėsi lygiai tokio pat 24 valandų ritmo, kaip ir bitės, išaugusios įprastomis sąlygomis. Driežai, kurie nuo pat išsiritimo iki suaugusių tolydžio buvo laikomi šviesoje, taip pat laikosi tai rūšiai būdingo aktyvumo ciklo. Savito rekordo ritmų paveldėjimo atžvilgiu pasiekė, matyt, žinomi vabzdžių atstovai — vaisinės muselės, arba drosofilos. Pasirodė, kad muselės, netgi 15 jų kartų, augusių vienodomis sąlygomis, laikėsi tokio pat aktyvumo ritmo!

В. Мартека. Бионика. М., «Мир», p. 12—14, 16—17.

Vieni ritminiai procesai aiškiai matyti, lengvai nustatomas jų laikas ir jie lengvai kartojasi. Statistiškai jie visiškai patikimi.

Kitus dalinai maskuoja triukšmas, ir nuo bandymo iki bandymo jie įvairuoja, nors jų maksimumai ir minimumai statistiškai patikimi; pagaliau tiriamo proceso periodiškumą gali visiškai užgožti kiti procesai...

Išorinės sąlygos, reguliuojančios ciklų trukmę ir fazių laiką, vadinamos sinchronizatoriais, datatoriais arba laiko rodikliais. Gamtoje paprastai vienu metu veikia ir pagrindinis, ir antraeiliai sinchronizatoriai. Šviesos ir tamsos ritmai, šviesos įjungimo ir išjungimo laikas, aušros ir sutemų pradžia yra universalūs visų organizmų, pradedant vienaląsčiais, baigiant žmogumi, cirkadinių ritmų sinchronizatoriai.

Šviesos įtaka augalų žydėjimui priklauso nuo to, kokie augalai: ilgadieniai ar trumpadieniai...

Žydėjimas priklauso nuo dienos ir nakties nepertraukiamos trukmės. Trumpalaikis (30—60 min) augalų apšvietimas naktį, kaip priedas prie trumpos dienos, pagreitina ilgadienių ir sulaiko trumpadienių augalų pražydimą...

Sąlygos, trikdančios biologinių laikrodžių darbą, sulaiko trumpadienių, bet pagreitina ilgadienių augalų pražydimą.

A. M. Эммe. Биологические часы. Новосибирск, «Наука», 1967, p. 13, 15, 27—28.

Paros ritmai

Augalų medžiagų apykaitos paros ritmus pradėjo tyrinėti akad. S. Kostyčevas ir jo bendradarbiai...

Sacharozės sintezės ir skilimo paros ritmas pasirodė susijęs su periodišku osmosinio slėgio kitimu: sumažėjus nutekėjimui, jis gerokai padidėja, o jam padidėjus, sumažėja...

Dauguma augalų intensyviausiai kvėpuoja dieną, nes kvėpavimo intensyvumas tam tikru laipsniu priklauso nuo temperatūros. Todėl vidurdienį fotosintezės ir kvėpavimo santykis dažnai krypsta į kvėpavimo pusę. Tuo paaiškinama tai, kad šviesoje, atrodytų fotosintezės įkarštyje, augalai išskiria anglies dioksidą...

Augalams neįmanoma įpiršti jiems nebūdingų transpiracijos ritmų... Transpiracijos paros ritmas susijęs su šakninio slėgio ir žiotelių judesių ritmais.

Daugialąsčių gyvūnų gyvybinės veiklos periodiškumas per parą labiausiai išryškėja judėjimo aktyvumo ir santykinės ramybės fazių kaita...

Gyvūnai gali būti labai aktyvūs įvairiu paros laiku — dieną, naktį, prietemoje. Tipingi dieniniai gyvūnai yra daugelis driežų rūšių, kiaulės, vištos, dėmėtieji starai. 82—98% jų judėjimo aktyvumo tenka dienos valandoms. Rusvosios varlės, juodieji šeškai, tarantulai, šikšnosparniai, pelėdos ir kai kurios gyvatės aktyviausi būna naktį. Daugelis rūšių būna aktyvios maždaug vienodą valandų skaičių ir dieną, ir naktį. Prie gyvūnų, aktyvių

ištisą parą, priskiriami rusiškasis ir Kuros eršketai, sterlė, Baltijos lašiša, stepių šeškas, kai kurie pelėnai, stepių margutė... Jeigu per parą būna viena aktyvumo fazė ir viena ramybės fazė, toks ritmas vadinamas monofaziniu, jeigu šių fazių esti po dvi — difaziniu, o jeigu aktyvumo ir ramybės fazės keičiasi daug kartų — polifaziniu. Kiaulių miegas kartais sudaro per parą 14 fazių...

Šiltakraujų gyvūnų ir žmogaus aktyvumo ir santykinės ramybės, miego ir veiklos ritmai per parą susiję su griežtu daugelio vegetatyvinių procesų ritmu. Objektyviausias medžiagų apykaitos procesų intensyvumo rodiklis yra kvėpavimo ir kūno temperatūros lygis. Abu šie procesai tam tikru laipsniu priklauso nuo gyvūno judėjimo intensyvumo, nuo aplinkos temperatūros ir apšvietimo sąlygų. Judėjimas pagreitina visų gyvūnų medžiagų apykaitą, atšalimas iš pradžių spartina, o karštis slopina šiltakraujų gyvūnų medžiagų apykaitą; padidinus apšvietimą, dieninių gyvūnų kvėpavimas ir motorinis aktyvumas paintensyvėja. Medžiagų apykaitos intensyvumo paros ritmas, kuris nustatomas pagal kvėpavimo intensyvumą ir kūno temperatūrą, pasireiškia ir gyvūnams, praradusiems aktyvumą, ir žmonėms, gulintiems ilgą laiką.

Jeigu storieji loriai (lemūrai), tipingi naktiniai gyvūnai, dieną laikomi tamsoje, o naktį — šviesoje, jų motorinio aktyvumo ritmas persitvarko pagal apšvietimo ritmą po dvylikos parų, o dujų apykaitos ir kūno temperatūros ritmas — jau ketvirtą parą. Kitokie rezultatai buvo gauti, atliekant bandymus su dieniniais gyvūnais. Beždžionėms hamadrilams ir makakoms pakeisto apšvietimo sąlygomis naujas motorinio aktyvumo ritmas atsirado po 3—4 parų, o naujas kūno temperatūros ir šlapimo sudėties ritmas — tik po 6—13 parų. Pakeitus maitinimo laiką, motorinio aktyvumo, kūno temperatūros ir kitų funkcijų ritmo fazės nepasikeičia...

Paukščių motorinis aktyvumas gerokai padidina kvėpavimo ritmo amplitudę. Didžioji zylė aktyvi dieną. Tuomet jos dujų apykaita yra 50—60% intensyvesnė, negu naktį. Dirbtinis užtemdymas dieną visiškai sustabdo jos motorinį aktyvumą, o dujų apykaita sumažėja tik 25,7%. Nuolatinio užtemdymo sąlygomis po 5—6 savaičių zylės motorinis aktyvumas susilpnėja, bet dujų apykaitos paros ritmas išlieka...

Žmogaus kūno temperatūros pasikeitimų per parą ritmas buvo nustatytas netrukus po to, kai klinikose pradėta naudoti termometrus. Jau XIX amž. pabaigoje buvo žinoma, kad minimali temperatūra esti anksti rytą, o maksimali — vakare. Tada gi buvo išaiškinta, kad įvairių žmonių šio ritmo amplitudė labai įvairuoja ir kad vyrų amplitudė paprastai labiau svyruoja, negu moterų. Vėliau išaiškėjo, kad žmogaus kūno temperatūros paros ritmas nepriklauso nuo miego ir motorinio aktyvumo ritmo, nes jis išlieka ir visą laiką gulint. Be to, temperatūros ritmas paprastai yra lygiagretus miego ir veiklos ritmui.

Kūno temperatūros ritmas nepriklauso nuo fizinio apkrovimo laipsnio ir maitinimosi režimo...

Šviesos ir tamsos ritmas kol kas vienintelis žinomas išorinis dirgiklis, kuris gali suformuoti griežtą 24 valandų šiltakraujų kūno temperatūros kitimų ritmą. Jis gi akcentuoja šio ritmo amplitudę. Išjungus išorinį šviesos ir tamsos ritmą, prasideda biologinio ir geofizinio ritmo atotrūkis (desinchronizacija).

Stebint daugybę vaikų, nustatyta įvairių ritminių procesų pirmojo pasirodymo laikas ir vystymosi pobūdis. Pasirodė, kad jie vystosi nepriklausomai vienas nuo kito, ir atsiradę ritmai susiformuoja įvairiu metu po gimimo. Ritmams vystantis, didėja jų amplitudė ir pereinama nuo polifaziškumo į monofaziškumą. Naktinis funkcijų susilpnėjimas paprastai prasideda tarp 17 ir 19 valandos, pailgėja naktinė fazė, ir todėl vis vėliau prasideda rytinis funkcijų suaktyvėjimas. Tai pulso dažnumas, širdies susitraukimo greitis, kūno temperatūra, miegas ir veikla, odos atsparumas elektrai, inkstų funkcija (vandens, kalio ir natrio šalinimas).

Ten pat, p. 33—34, 40—41, 47, 49—50, 59—62, 66—67.

Viduląsteliniai laikrodžiai

Apie tai, kad esama viduląstelinio laiką rodančio mechanizmo, iki šiol sprendžiama pagal jo valdomus procesus. Tačiau suprasti šio mechanizmo esmę pagal netiesioginius požymius — gana sudėtingas uždavinys, kuris buvo sprendžiamas bendromis matematikų, biochemikų, biofizikų ir kibernetikų pastangomis.

Ilgą laiką viešpatavo įsitikinimas, kad laiko matavimas pagrįstas atskiromis reakcijomis, t. y. smėlio laikrodžio principu. Vėliau tapo aišku, kad laiko matavimo pagrindas yra grandininiai procesai ir kad jų darbo principas toks pat, kaip ir švytuoklinio laikrodžio...

Kiekviena ląstelė, kaip ir vientisas organizmas, yra pati išsilaikanti sistema..., vienintelis jų gyvavimo principas gali būti ritminis procesas, susidedantis iš teigiamos ir neigiamos entropijos, energetinės sistemos įkrovimo ir iškrovimo fazių. Šis ritmas išlaiko gyvosios sistemos individualius bruožus ir atriboja ją nuo negyvosios gamtos chaoso. Jaudinimo ir slopinimo fazių ritminga kaita... paaiškinama jonų judėjimo krypties ląstelių viduje ir ląstelių apvalkalų potencialų pasikeitimu...

Viduląstelinio laikrodžio mechanizmo problema dar toli gražu negalutinai eksperimentiškai išspręsta. Neabejojame, kad šis mechanizmas yra susijęs su nukleininėmis rūgštimis ir baltymais... Įvairių medžiagų kiekio ritminiai kitimai rodo, kad fermentų kiekis ląstelėse per parą kinta. Ląstelių dalijimasis gali būti susijęs ir su ląstelės dalijimosi achromatinio aparato ritmingu susi-

darymu, o jautrumo šviesai, fototaksio, fotosintezės ritmai — su fermentų, reikalingų atitinkamų pigmentų sintezei, susidarymo ritmais; jautrumo temperatūrai ritmai — su bendru fermentų, esančių tam tikru momentu ląstelėse, kiekiu ir t. t.

Visas medžiagų apykaitos procesų kryptingumas galiausiai priklauso nuo DNR molekulių.

Ten pat, p. 84, 85—86, 90, 91.

Augalų ir gyvūnų ritmų reguliacija

Požiūris į augalo organizmą darosi vis sudėtingesnis, ir dabar jau atsiranda pažiūrų, kad augalų augimo ir vystymosi procesų reguliavimasis galimas, tik turint iš esmės tokius pat, kaip ir gyvūnai, dirginimo suvokimo, jaudinimo perdavimo, vykdomųjų organų darbo ir grįžtamųjų ryšių sistemos elementus...

Kad šaknų sistemos įsiurbiamosios veiklos ritmai yra glaudžiai susiję su fotosinteze, galima nustatyti įvairiais viduląsteliniais fiziniais-cheminiais ir kitais mechanizmais, veikiančiais ir tarp ląstelių. Ląstelių dalijimasis, augimas, augalų pražydimas priklauso nuo hormonų auksinų, kurie gaminasi augimo taškuose. Todėl augimo ritmiškumą nulemia besidauginančių ląstelių, susikaupusių intensyvaus augimo taškuose, dalijimosi ciklai, o nustojusių augti lapų judėjimo ritmai priklauso nuo osmosinio slėgio pakitimų lapsosčio ląstelėse. Keičiant apšvietimą, galima sudaryti skirtingą dviejų vienas priešais kitą augančių lapų ritmą ir t. t. Kitaip tariant, augalai neturi centrinių mechanizmų, kurie valdytų visus paros ritmus. Tai įvairių organų ir audinių ląstelių funkcija.

Kirmėlių, nariuotakojų ir minkštakūnių aptiktos vidaus sekrecijos liaukos ir įrodyta, kad nervinių mazgų ląstelės išskiria neurohormonus, veikiančius vidaus sekrecijos liaukų darbą. Tai pagrindas kalbėti apie vieningą neurosekrecinę sistemą, kurios komponentai yra viršryklinis ir poryklinis nerviniai mazgai, gretimi kūnai, prieškrūtininės ir aplinkširdinės liaukos.

Ten pat, p. 92, 93.

Bičių ritmai

Bitėms būtinai reikia mokėti tiksliai nustatyti dienos laiką, nes dieną keičiasi ne tik saulės padėtis danguje, bet ir šviesos, kurią atspindi įvairūs dangaus plotai, poliarizacijos plokštuma. Didžiulė biologinio laikrodžio reikšmė bitėms, o tikriausiai ir gyvūnams, atliekant tolimas keliones, buvo pademonstruota tokiu eksperimentu. Niujorke bitės buvo įpratintos skristi maisto tryliktą valandą šiaurės vakarų kryptimi. Kai šios bitės labai greit

buvo nuvežtos į Kaliforniją ir išleistos, tai tryliktą valandą (pagal standartinį rytų laiką) jos nuskrido pietvakarių kryptimi. Abiem atvejais bičių skridimo kryptis sudarė tokį pat kampą su kryptimi į saulę.

Neseniai buvo nustatyta, kad skirtingų vietovių bitės „kalba" skirtingais dialektais. Žmogus, kilęs iš Naujosios Anglijos, kalbantis „Bostono akcentu", pirmą kartą susitikęs pietinių valstijų gyventoją, gana sunkiai su juo susišneka, nors abu kalba angliškai. Panašaus pobūdžio „regioniniai kalbos skirtumai" buvo pastebėti, kai austriška naminė bitė — Frišo tyrimų „žvaigždė" — susitiko su itališka bite. Jų „žodžiai", t. y. šokiai, „tariami" skirtingai. Pavyzdžiui, itališkos bitės šokiui būdingas aiškus „pietinis ritmas": norėdama parodyti nedidelį atstumą (maždaug 10 metrų), ji šoka ratu; atstumui padidėjus iki 40 metrų, jos šokio schema pereina į sulenktą ir suplotą aštuoniukę, kuri labiausiai primena pjautuvą. Dar labiau padidėjus atstumui, itališka bitė ima šokti vinguliuotu ritmu. Taigi itališka bitė pakeičia savo šokio pobūdį daug anksčiau, negu austriška bitė pereina prie vinguliuoto ritmo. Todėl austriška bitė, išskridusi ieškoti maisto pagal itališkos bitės vinguliuojančio šokio nurodymus, praskrenda maisto vietą ir nuskrenda daug toliau, negu reikia.

Paskutiniais metais buvo pastebėtas dar vienas bičių tarpusavio bendravimo būdas. G. Ešas nustatė, kad, be šokių, bitės susišneka viena su kita dar ir garsais... Įdėjęs į avilį bičių šokio metu mažą mikrofoną, Ešas nepaprastai nustebo, išgirdęs aiškų „tr tr trr", kartojamą su trumpomis pauzėmis. Kai kurios bitės darbininkės, stebėjusios šokį, tuojau pat po šių signalų palikdavo avilį ir skrisdavo ieškoti nektaro.

Greituoju filmavimu mokslininkui pavyko nustatyti šio savotiško zirzimo šaltinį: garsas sklido nuo bitės, pradėjusios vinguliuojantį šokį. Šį garsą ji skleisdavo, lengvai virpindama sparnelius. Po ilgų ir kruopščių tyrimų Ešas padarė išvadą, kad zirzimo trukmė priklauso nuo nuotolio iki maisto šaltinio, o atskirų garsų aukštis ir pauzių tarp jų trukmė tikriausiai informuoja apie rasto nektaro kokybę ir kiekį.

Manydamas, kad kodas išaiškintas, Ešas padarė dirbtinę bitę ir įkišo ją į avilį, kur ji turėjo pakartoti gyvos bitės, atskridusios iš žvalgybos su pranešimu apie nektaro šaltinio vietą, šokį. Be to, mažytis garsiakalbis reikiamu laiku skleisdavo būtinus garsus. Ešas manė, kad bitės darbininkės, apsupusios šokėją, pastarajai baigus šokį, turės išlėkti iš avilio ir rasti nupasakotą nektaro šaltinį. Tačiau nieko panašaus neatsitiko. Vietoj to viena bitė užpuolė dirbtinę bitę ir bandė jai įgelti. Tokie užpuolimai kartojosi kiekvieną bandymą. Pasirodė, kad „žudymo" priežastis buvo paties Ešo neapsižiūrėjimas. Mokslininkui išėjo iš galvos ta aplinkybė, kad po garsų, sklindančių nuo šokėjos sparnelių, kartais sekdavo kiti garsai, kuriuos skleisdavo viena ar kita šokį stebinti bitė, lyg sakydama: „Aš suprantu". Išgirdusi šį garsą,

šokančioji bitė turi sustoti ir leisti kitai bitei pauostyti atneštą nektarą. Dirbtinės bitės klaida buvo ta, kad ji ir toliau šoko po to, kai pasigirsdavo šis signalas. Tikroji bitė supyko ir įgėlė jai. Kai modelis buvo atitinkamai pataisytas ir dirbtinė bitė nustodavo šokti po minėto signalo, užpuolimai liovėsi.

Kaipgi bitės girdi šį garsą? Galbūt jautrūs jų ūseliai — antenos — gaudo garso bangas. Mokslininkai nustatė, kad avilio tamsoje bitės seka bitės darbininkės šokį, liesdamos antenomis jos pilvelį. Sparnelių judesiai perduodami, matyt, nuo šokančios bitės kūno stebėtojų antenoms.

B. Мартека. Бионика. М., «Мир», 1967, p. 54—56.

Aukštesniųjų stuburinių ritmai

Sudėtingiausi paros ritmo fiziologiniai pagrindai yra aukštesniųjų stuburinių gyvūnų...

...Taigi svarbiausių mechanizmų, valdančių fiziologinių procesų paros ritmus, reikia ieškoti smegenų dalyse, esančiose po pusrutuliais, kurie yra pastovūs atsitiktinių aplinkos svyravimų atžvilgiu. „Darbo" pasidalijimas tarp žievės ir žemiau esančių smegenų dalių — svarbus prisitaikymas, kurio dėka žievė, neperkrauta tiesioginiu „rūpesčiu" dėl daugybės vidinių procesų, gali užtikrinti lankstų organizmo elgesio prisitaikymą prie kintančių aplinkos sąlygų.

Žinoma 40 žmogaus funkcijų, kurių paros ritmą reguliuoja centrinė nervų sistema ir su ja susijusios sistemos...

А. М. Эммe. Биологические часы. Новосибирск, «Наука», 1967, p. 96, 97—98.

Mėnulio ritmai

Biologijoje Mėnulio ritmika vadinami tokie cikliniai procesai, kurių maksimumas ir minimumas kartojasi vieną arba du kartus per Mėnulio mėnesį ir visą laiką tuo pačiu metu, t. y. sutampa su viena Mėnulio fazių. Taigi Mėnulio biologinių ritmų ciklai trunka 30 (tiksliau 29,53) arba 15 (tiksliau 14,77) dienų. Stebėjimai rodo, kad šie ritmai susiję daugiausia su gyvūnų dauginimosi periodiškumu...

Masiškas lervų pasirodymas planktone susijęs su tam tikromis Mėnulio fazėmis. Tai aiškinama tuo, kad laiko trukmė, per kurią kiaušinis virsta laisvai plaukiojančia lerva, yra pastovi. Paprastai tai trunka vieną dvi savaites. Todėl, jeigu kiaušiniai masiškai dedami vienoje iš Mėnulio fazių, lervos masiškai pasirodo kitoje fazėje. Panašus ritmiškumas pastebimas subtropinės ir vidutinės zonos jūrose tik šiltuoju metų laiku, nes greitam lervų vystymuisi reikia šilumos. Taigi Mėnulio periodiškumas sutampa dar ir su sezoniniu.

Jūros organizmų masiško dauginimosi tam tikru griežtai nustatytu laiku biologinė prasmė visiškai aiški. Jūroje susidurti lytinėms ląstelėms nelengva. Todėl reikia, kad vienoje vietoje tuo pačiu metu susikauptų milijardai vyriškųjų ir moteriškųjų lytinių ląstelių. Kuo jų daugiau, tuo didesnė apsivaisinimo galimybė.

Įgimti mėnesiniai lytiniai ciklai būdingi ir daugeliui sausumos gyvūnų. Pavyzdžiui, Indijoje ir Ugandoje lašalai išsirita pilnaties metu. Tuo pačiu metu pastebimas kai kurių paukščių, Malajų miškinių žiurkių, Indijos buivolų ir kitų gyvūnų poravimosi aktyvumas.

Ten pat, p. 107—108.

Sezoniniai ritmai

Augalų ir gyvūnų gyvybinės veiklos sezoniniai ritmai labai ryškiai matyti iš tokių reiškinių, kaip dangų kaita, ilgalaikiai augimo sustojimai ir atsinaujinimai, lytinio vystymosi trukmė. Dažnai šie sezoniniai reiškiniai esti susiję su apykaitos procesų kryptingumo pasikeitimais arba vykdyti baltymų sintezę, arba sudaryti atsargines medžiagas.

Didelės daugumos ištirtų rūšių sezoninį ciklišką reguliuoja apšvietimo sąlygos. Kaip jau buvo minėta, pagal lytinio vystymosi procesų priklausomumą nuo šių sąlygų organizmai skirstomi į ilgadienius ir trumpadienius. Augalams ir gyvūnams, priklausantiems vienai grupei, būdinga labai panaši reakcija į apšvietimo sąlygas. Trumpalaikis apšvietimas naktį, kaip priedas prie neefektyvaus dieninio fotoperiodo, paspartina ilgadienių augalų pražydimą, o trumpalaikis trumpadienių organizmų apšvietimas naktį, kaip priedas prie trumpos dienos, sulėtina jų lytinį vystymąsi. Tai rodo, kokią reikšmę trumpadieniams organizmams turi ištisinės tamsos periodas. Tačiau ilgadienių gyvūnų lytinis vystymasis normaliai vyksta ir tada, kai tamsos fazė dažnai nutraukiama šviesos blyksniais. Pavyzdžiui, jauniklės vištos deda vienodą kiaušinių skaičių ir tada, kai diena trunka 14 valandų, ir tada, kai kas 4 valandos per parą minutei uždegama šviesa...

Kokiu laipsniu čia pateikti faktai apie įgimtus, endogeninius ir automatinius ritmiškus procesus atitinka I. Pavlovo ir jo mokyklos mokymą apie sąlyginius refleksus laikui?..

Nagrinėdami gyvūnų įvairių sezoninių ciklinių procesų esmę, pažymėjome, kad jie visada vyksta, būtinai dalyvaujant hormonams. Sezoniniai cikliniai pakitimai yra taip pat pavyzdys tipingų nesąlyginių refleksų, vykstančių tokiu keliu: gyvenimo sąlygos — priimančios ir perduodančios sujaudinimą nervinės ląstelės — smegenys — vidaus sekrecijos liaukos — procesai audiniuose. Šviesos periodiškumo sąlygos, kurioms tipingas signalinis pobūdis, veikia kaip nesąlyginių refleksų stimulas (Emė, 1958).

Ten pat, p. 110, 118, 125.

Cheminiai ciklai

...Gyvybės pagrindas yra cheminių ciklų kartojimasis. Dėl to protoplazmos cheminė sudėtis esti pastovi. Nuo tų pačių ciklų kartojimosi priklauso ir cheminis, ir kitoks organizmų individualumas. Todėl gyvybės atsiradimas susijęs su cheminių sistemų, kuriose buvo sąlygos kartotis cheminiams ciklams, susidarymu. Vieninteliai žinomi organiniai junginiai, kurių molekulės gali dvigubėti, yra dezoksiribonukleininės rūgštys (DNR). Šios molekulės gali keistis, ilgai išlaikyti įgytus pakitimus ir valdyti baltymų sintezę, vadinasi, ir visų kitų organinių protoplazmos junginių sintezę. Todėl DNR molekulių dvigubėjimo ir sintetinės veiklos ritmai buvo pagrindiniai ir pirmieji gyvosios gamtos ritmai.

Iš pradžių cheminių kitimų ciklai buvo netobuli, tačiau, iš kartos į kartą veikiant natūraliajai atrankai, išlikdavo formos, turinčios vis tobulesnę biocheminių procesų seką. Pagrindas procesams reguliuoti laiko atžvilgiu buvo DNR molekulių diferencijavimasis į struktūrinius genus ir genus reguliuotojus. Ląstelių, turinčių struktūriniu atžvilgiu suformuotą branduolį, lygiu galėjo atsirasti gana tobula cheminių ciklų seka. Dėl mutacinio kintamumo ir toliau atsirasdavo įvairios trukmės ciklai. Tačiau dėl natūraliosios atrankos likdavo tik ląstelės, kurių periodiškumas buvo cirkadinis ir tokia biocheminių ciklų struktūra, kuri galėjo lengvai sinchronizuotis su Žemės sukimosi periodu. Pažymėsime, kad mažai tikėtina, jog galėjo atsirasti griežtai paveldima determinuota ritmika, tiksliai atitinkanti Žemės sukimosi periodą, o be to, tai nenaudinga, jeigu, sakysim, kad Žemė įvairiais savo istorijos periodais sukosi apie savo ašį nevienodu greičiu. Gi labili cirkadinė biologinių laikrodžių struktūra turėjo akivaizdžių pranašumų.

Dėl biociklų ir geofizinių ciklų sinchronizacijos jau pirminiai organizmai galėjo prisitaikyti prie dieninio, naktinio ir sutemų gyvenimo būdo. Tai spartino rūšių diferencijavimąsi, mažino tarprūšinę konkurenciją dėl maisto ir padėjo suklestėti gyvybei.

Fiziologinių ciklų tam tikrų fazių sutapimas su paros metu vykstančiais joms palankiais aplinkos pakitimais — vienas gilių organizmų ir jų gyvenimo sąlygų vienybės pasireiškimų.

Ten pat. p. 127—129.

Ritmų priklausomumas nuo išorinių sąlygų

Gyvybinės veiklos sezoninėje ritmikoje labai išryškėja pagrindinis visų cirkadinių ritmų prisitaikomojo pobūdžio dėsningumas — aktyvios gyvybinės veiklos periodų sinchronizacija su jiems palankiausiomis aplinkos sąlygomis. Tačiau sezoninėje bioritmikoje, palyginti su paros ritmika, labiau išryškėja ir jos antrasis nuostabus bruožas — prisitaikymas išgyventi nepalankų laikotarpį. Se-

zoninė ritmika leidžia atsirasti palikuonims tuo metu, kai yra daugiausia galimybių jiems išlikti gyviems, ir neleidžia pasirodyti tuo metu, kai jie negali išgyventi. Vienamečiai augalai žydi ir subrandina sėklas iki šalnų. Vabzdžių diapauzės, prasidedančios bet kurioje stadijoje, neleidžia nelaiku pasirodyti lytiškai subrendusiems imago. Vasaros pabaigoje prasidedantis paukščių lytinės sistemos refrakterinis periodas, kai neskatinamas jos aktyvumas, neleidžia pasirodyti jaunikliams rudens ir žiemos mėnesiais.

Ten pat, p. 132—133.

Gyvūnų orientavimasis erdvėje

...Aktyviai elgtis ir pasirinkti palankias sąlygas gyvūnams padeda orientacijos erdvėje mechanizmai. Orientuodamiesi erdvėje, gyvūnai suranda jiems reikalingas chemines ir hidrotermines sąlygas, vietą lizdui arba kitą prieglobstį, apsirūpina maistu, susiieško ir atpažįsta partnerius, savo ir kitų rūšių individus (konkurentus, plėšrūnus), orientuojasi migracijos metu ir įsikuria patogiausioje erdvės vietoje.

Orientacija pagrįsta jutimo organų funkcijomis: regėjimu, klausa, uosle, skonio jutimu, lytėjimu, gyvūnų galėjimu jausti, o kai kuriais atvejais ir gaminti elektrinius ir elektromagnetinius virpesius ir kt. Jutimai — tai tie langai, pro kuriuos gyvūnas „mato" aplinką. Kuo tobulesni jutimo organai, tuo geriau gyvūnai orientuojasi erdvėje.

Orientacijai didžiausią reikšmę turi nervinė veikla — gyvūnų instinktai ir „atmintis", nuo kurios priklauso galimybė kaupti ir sintetinti išorinio pasaulio ir jame vykstančių įvairių reiškinių vaizdinius. Kuo tobulesni instinktai ir sąlyginių refleksų veikla, tuo didesni sugebėjimai ir sudėtingesni orientacijos mechanizmai.

Tobuliausios orientacijos formos būdingos sudėtingiausios sandaros gyvūnams: iš bestuburių — vabzdžiams, o iš sausumos stuburinių — paukščiams ir žinduoliams.

Rūšių gyvenimo būdas ir elgesio ypatybės formuojasi, vykstant jų natūraliajai atrankai, evoliucijai ir formavimosi procesams. Tobuliausia orientacija erdvėje būdinga judrioms rūšims, kurios atlieka tolimas migracijas, taip pat aktyviems plėšrūnams.

Išorinio pasaulio reiškinių vaizdinius gyvūnai susidaro, analizuodami dirgiklius — signalus, suvokiamus jutimo organais. Biologiškai reikšmingų signalų kompleksas ribotas. Jis susiklostė istoriškai, tačiau tam tikru laipsniu yra specifiškas ne tik kiekvienai rūšiai, bet ir atskiroms jos populiacijoms ir netgi individams. Pavyzdžiui, pasirodžius plėšrūnui, aukai paprastai kyla tam tikros gynimosi reakcijos, o nepavojingo gyvūno vaizdas to-

kios reakcijos nesukelia. Meldų šlamesys, pučiant vėjui, antims nekelia nerimo, bet šlamesys, sukeltas plėšrūnų arba žmogaus, paukščius verčia pakilti ir nuskristi.

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, p. 272—273.

Organizmų savitarpio santykiai

Rūšies vientisumas

...Atskiri individai gyvena tik kaip vientisos rūšies dalys. Jie sudaro natūralius sambūrius (populiacijas), o tai pakeičia jų savitarpio santykių su aplinka pobūdį ir padidina jos naudojimo galimybes. Tai kokybiškai besiskiriantis nuo kitų rūšių sambūris kraujo giminyste susijusių individų, sudarančių vieningą sistemą, kuri egzistuoja, jiems dauginantis. Šie individai įsikuria rūšiai gyventi tinkamoje teritorijoje (areale) ir užima joje esančiose bendrijose (biocenozėse) padėtį, kurią nulėmė jos evoliucija. Rūšies reikšmė ir vaidmuo biosferoje priklauso nuo to, kokią vietą ji užima ir kokį vaidmenį atlieka biologinėje medžiagų apytakoje. Vienos rūšies išnykimas arba naujos atsiradimas daugiau ar mažiau, bet būtinai keičia medžiagų apytaką jos gyvenamose vietose. Rūšis gyvuoja dėl to, kad tarp jos individų egzistuoja ryšiai, sudarantys vidurūšinės struktūros pagrindą. Šie ryšiai susiklostė, evoliucijos eigoje susidarant rūšiai ir formuojantis jos morfofiziologinėms ir ekologinėms ypatybėms. Taip atsiradusi vidurūšinė struktūra praėjo natūraliosios atrankos žaizdrą ir palaiko rūšies vientisumą.

Ten pat, p. 299.

Teritorinės grupuotės

Kiekvieną teritorinę grupuotę — populiaciją — paprastai sudaro atskiros generacijos (kartos), kurios daugeliu atvejų labai skiriasi viena nuo kitos morfofiziologinėmis bei ekologinėmis ypatybėmis, ir lytinės grupės (patinų ir patelių), o bendruomeninių vabzdžių ir kitos įvairias funkcijas atliekančios formos. Pagaliau, susiskirsčius į atskiras ekologines nišas, susidaro vadinamosios biologinės rasės (skirtingu maistu mintančios vabzdžių rasės, parazitų rasės pagal šeimininkus, vasarinės ir žieminės žuvų rasės ir kt.). Visos šios ekologinės formos padidina biologinę įvairovę ir vidurūšinį polimorfizmą, padaro sudėtingesnę rūšies struktūrą ir praturtina jos sąveikos su aplinka formas. Pagaliau rūšies viduje egzistuoja individų grupuotės, susijusios su rūšies teritorijos naudojimo formomis (šeimos, kaimenės, kolonijos) ir nule-

miančios rūšies populiacijų struktūrą ir gyvenimo būdą (pavien., kaimeninį, kolonijinį).

...Stambiausios teritorinės individų grupuotės yra porūšiai. Jų užimamos teritorijos dydis priklauso nuo teritorijos landšafto įvairovės (jos geografinės diferenciacijos), gyvūnų judrumo ir jų santykių populiacijų viduje ypatybių...

Ploto, kurį užima porūšis, dydis labai priklauso nuo gyvūnų judrumo ir atskirų porūšių izoliacijos laipsnio...

Sibiro pietinėje dalyje ir Tarybų Sąjungos europinėje dalyje, kur landšaftai labai įvairūs, vienas paprastosios voverės... porūšis užima minimalius plotus, o monotoniškoje taigos zonoje jo užimamos teritorijos didžiulės. TSRS europinėje dalyje didelės voverių migracijos būna palyginti retai ir daugiausia šiaurėje, o Sibiro taigoje jos įprastas reiškinys... Todėl atskirų voverės porūšių gyvenamojo rajono dydį reikia sieti su žvėrelių judrumu įvairiose arealo dalyse.

Šios sąlygos reikšmė dar įtikinamesnė, nagrinėjant poliarinės lapės geografinį kintamumą. Eurazijos tundroje, išskyrus jūra izoliuotas šių žvėrelių populiacijas Špicbergene ir Komandoro salose, ši rūšis nesudaro geografinių rasių. Gerai žinomas didelis poliarinių lapių judrumas: jų klajonės iš tundros į miškų zoną, prie Arktie vandenyno krantų ir platuminės migracijos po tundros zoną. Žvėrelių, žieduotų Jamalo pusiasalyje, tą patį sezoną buvo rasta Šiaurinėje Naujosios Žemės saloje, 1200 km nuo žiedavimo vietos, Taimyro pusiasalyje, 200 km nuotolyje, ir Pečioroje, 150 km nuo žiedavimo vietos...

...Porūšiai dažnai suskyla į geografines populiacijas, arba individų grupes, kurių kiekviena apsigyvena teritorijoje su geografiškai vienodomis egzistavimo sąlygomis — „panašaus palankumo zonoje"...

Geografinės populiacijos viduje realiai vyksta kryžminimasis. Dėl to populiaciją sudarantys individai esti bendro morfofiziologinio tipo, pastoviai arba laikinai besiskiriančio nuo gretimų geografinių populiacijų, jiems būdingas vienodas gyvybinių reiškinių (dauginimosi laiko ir tempų, miego, sezoninių migracijų ir kt.) ritmas, bendras gyventojų dinamikos ritmas ir atsparumas neigiamiems poveikiams. Įvairios geografinės populiacijos gali skirtis vislumu, sėslumu arba migravimu, turėti kitų ekologinių ir fiziologinių ypatybių, ir šie skirtumai gali įsigalėti paveldėjimo būdu.

Ten pat, p. 301—303, 304—306, 307—308.

Ekologinės populiacijos

...Geografinės populiacijos suskyla į smulkesnes teritorines grupuotes — ekologines populiacijas, kurias sudaro vienos gyvenamosios vietos (biotopo) gyventojai. Jos yra mažiau pasto-

vios sudėties ir silpnai viena nuo kitos izoliuotos. Ekologinės populiacijos įeina į vietinių bendrijų sudėtį ir sudaro įvairias gyvenvietes. Maskvos srityje yra du tokie pelėnų gyvenviečių tipai: retų miškų, kirtimų, krūmynų (žemaslėnių) gyventojų ir dirvų su jose išsimėčiusiomis nedidelėmis pievelėmis ir miškeliais (kultūrinių žemių) gyventojų...

...Rūšis — tai vientisas (vieningas) darinys, ir jos atskiros populiacijos yra susijusios tarpusavyje. Šie vieno ir įvairių rangų populiacijų ryšiai įgyvendinami gyvūnų kelionėmis iš vienos vietos į kitą (įvairaus pobūdžio klajonėmis, migracijomis), kurios rūšies egzistavimui ir jos evoliucijai yra tokios pat svarbios ir būtinos, kaip ir dauginimasis. Jos užtikrina patinų susitikimą su patelėmis, padeda išvengti ilgalaikio artimų giminaičių kryžminimosi (inbridingo), leidžia gyvūnams pasiskirstyti pagal esamus maisto išteklius, surasti palankiausias mikroklimato sąlygas ir pagaliau persikelti į naujas gyvenamąsias vietas arba naujus rajonus, t. y. išlaikyti, o jeigu atsiranda galimybė, ir praplėsti rūšies arealą...

Zylių, dagilių, alksninukų, varnų, kuosų ir daugelio kitų paukščių būriai, beklajodami rudenį, susitinka su sėsliomis tos pačios rūšies paukščių grupėmis, o tai suteikia galimybę pasikeisti individais... Taigi tokios migracijos leidžia gyventojams persigrupuoti.

Klajonės, susijusios su dauginimusi ir jaunų gyvūnų įsikūrimu, yra ypač svarbios vidurūšiniams ryšiams. Vadinamasis jauniklių išplitimas iš esmės būdingas visiems gyviems organizmams, nes kiekvienos rūšies, nepaisant to, ar jos gyvenimo būdas judrus ar sėslus, yra aktyviai arba pasyviai keliaujančių stadijų (gyvūnų lervos, augalų sėklos ir sporos).

Ten pat, p. 318, 324—326.

Konkurencija

Konkurencija dėl erdvės yra įprasta ir judresnių gyvūnų tarpe. Nors Europos varnėnas, matyt, suširadó JAV daugmaž naują maisto nišą ir dėl to išvengė labai aktyvios konkurencijos dėl maisto su vietiniais paukščiais, tačiau jis išvijo iš miestų kai kuriuos paukščius, nes juose buvo per mažai vietų lizdams sukti... Labai įdomūs santykiai susiklostė JAV dviejų pjūklelių rūšių plitimo metu... Javinis stiebinis pjūklelis... čionai pateko iš Europos apie 1887 m. ir vėliau paplito kai kuriose šiaurės rytų valstijose. Kita europinė rūšis — juodasis javinis pjūklelis... 1889 m. buvo aptikta Niudžersyje, o paskui plito vakarų ir pietų kryptimis... Antroji rūšis paplito ir įsikūrė dalyje šiaurinės teritorijos, kuri jau buvo apgyvendinta pirmosios, o Rytinėje Pensilvanijoje G. pygmaeus [1] pamažu išstūmė naująjį atėjūną...

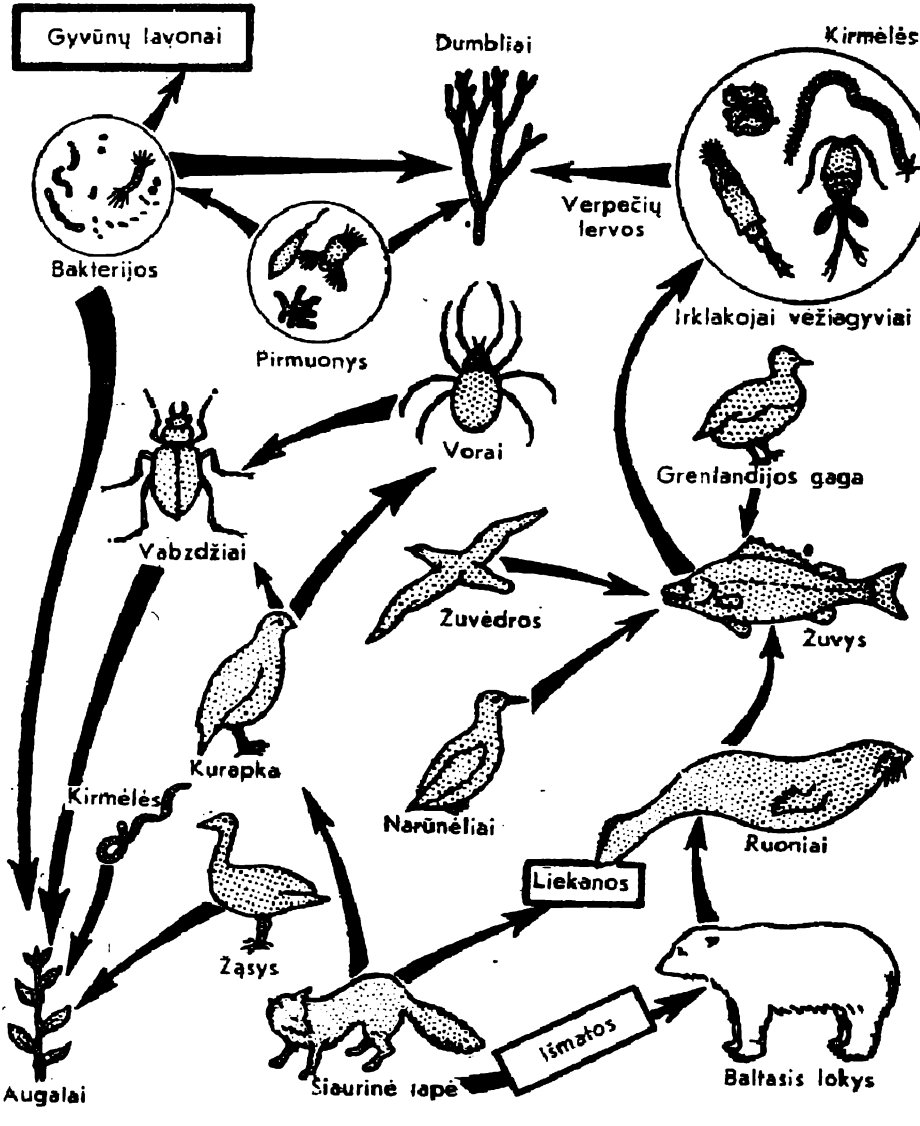
[1] Cephus pygmaeus (lot.) — javinis pjūklelis. — *Sud.*

Tokius pavyzdžius, kai konkuruojama dėl gyvenimui reikalingos erdvės, maitinimosi arba dauginimosi vietų, pateikiau todėl, kad šios konkurencijos rūšys yra lengviausiai suprantamos. Tačiau, reikia manyti, kad konkurencija paprastai yra daug sudėtingesnis reiškinys. Kalbant apie „konkurenciją", reikia griežtai sutarti dėl šio žodžio prasmės. Paprastai ji reiškia tiesioginę kovą tarp dviejų rūšių individų, ir ekologai tai vadina „konfliktu". Tačiau čia gali būti daugybė netiesioginių poveikių arba per kitas rūšis, pavyzdžiui parazitus arba priešus, arba priklausančių nuo santykinio dviejų gyvūnų rūšių prisitaikymo ar nuo ištisos priežasčių ir pasekmių grandinės, kurią kartais labai sunku atsekti. Dėl šių poveikių, lygiai kaip ir konfliktų (jeigu jie turi lemiamą įtaką dauginimuisi arba išlikimui), viena rūšis gali išstumti kitą rūšį arba jos populiacijos dalį — tai reiškinys, apie kurio vidines priežastis mes paprastai beveik visiškai nieko nežinome. Sunkiausia suprasti šias koncepcijas dėl to, kad išstūmimas gali būti be tiesioginių konfliktų — kaip anksčiau nurodytais atvejais arba tokiais atvejais, kai vienos rūšies individų sumažėjimas visiškai atsitiktinai sutampa su kitos pagausėjimu; be to, dėl konflikto rūšis ne visada gali būti išstumta, kaip, pavyzdžiui, tais atvejais, kai dviejų paukščių rūšių individai susiduria dėl lizdų sukimo vietų, nors aplinkui yra pakankamai kitų vietų, kurias gali užimti nugalėtoji pusė. Tais atvejais, kai visiškai aišku (kaip, pavyzdžiui, buvo su Argentinos skruzdėlėmis), kad dėl nuolatinių aršių kautynių besąlygiškai ir katastrofiškai buvo išstumtos visos kitos rūšys (iš jų ir kitos skruzdėlės) — tai tipiškas išstūmimo konflikto atveju pavyzdys. Iš atsitikimo su baltažiede notrele aiškiai matyti, kad augalas negalėjo įsiskverbti į sudėtingai susiklosčiusią gausią fitocenozę, bet to priežasčių nežinome.

Ч. Элтон. Экология нашествий животных к растений. М., Изд-во иностр. лит. 1960. p. 156—157, 159—160.

Maitinimosi grandinės

Gamtoje gyvieji organizmai yra susiję tarpusavyje į labai sudėtingas sistemas, kurios vadinamos maitinimosi grandinėmis. Tokias grandines paprastai sudaro kelios grandys, kurių pirmoji yra augalas, o toliau — įvairios gyvūnų rūšys; dažnai esti penkios grandys, bet retkarčiais ir daugiau. Alfredas Lotka šias rūšių grandines pavadino jungtiniais energijos transformuotojais, nes kiekviena rūšis dalį energijos, kurią pirmiausia iš saulės šviesos paima augalai, sunaudoja gyvybei palaikyti, judėti bei augti ir perduoda ją kitai rūšiai, dalyvaujančiai šioje apytakoje. „Visų šių rūšių organizmų kūnai kartu su tam tikromis neorganinėmis struktūromis sudaro vieną didžiulį pasaulio pertvarkytoją. Būtų naudinga šį pertvarkytoją įsivaizduoti kaip vieną milžinišką visumą, vieną didžiulę imperiją..." Kiekviena rūšis



Maitinimosi tinklas Arktie Lokių salose (rodyklės rodo, kas ką ėda)

organinių medžiagų energiją paverčia šiluma ir iš dalies, individams dar tebegyvenant arba jiems nunykus, sunaudojama kitų rūšių maistui. Netgi gyvūnus, sudarančius paskutinę maitinimosi grandinės grandį, nunykusius suryja kiti organizmai. Augalas, kol jis gyvas, išlaiko didesnę savo audinių dalį, nors gana didelė jų dalis pereina į gyvūnijos maitinimosi grandines. Tačiau, matyt, daug daugiau augalinės medžiagos tenai patenka, augalui nunykus, taip pat su krintančiais lapais; gyvūnų liekanas tai liečia ma-

žiau. Jeigu viskas būtų kitaip, nebūtų ištisos žaliosios augalijos dangos, visų biocenozių gyvenimo pagrindas būtų netvirtas ir ištisų bendrijų gyvavimas atrodytų gana nepatvarus, o juk to negalima pasakyti apie daugumą gamtinių biocenozių. Augalai ir gyvūnai gyvendami gali netekti kai kurių kūno dalių (pavyzdžiui, lapų, žiedadulkių, vabzdžiai išnarų), išskirti sekretus (pavyzdžiui, nektarą, amarai išskyras) arba ekskretus (ypač daug jų išskiria stambūs atrajotojai, ir kitų gyvūnų ekskretų reikšmė tokia pat, nors jie jų išskiria ir negausiai). Visa tai yra naujų šalutinių ryšių ekologinėje sistemoje pradžia. Visų šių grandinių, šių jungtinių energijos transformuotojų sistema neaprėpiama ir sudėtinga, bet mes jos dar toli gražu nesuprantame ir įsivaizduojame ją tik bendrais bruožais. Mums reikia žinoti, koks maitinimosi grandinių vaidmuo, reguliuojant populiacijos didumą ir tankumą, nes mūsų laikais jos nuolat kinta ir yra pažeidžiamos, o buvusios rūšys keičiamos naujomis.

Ten pat, p. 162—163.

Gyvybinės grandinės

...Nuolat ir visur vienu metu vyksta... reiškinys, kurio vaidmuo biogeocheminiuose procesuose yra svarbiausias. Tai vadinamosios g y v y b i n ė s g r a n d i n ė s.

...Gyvybinės grandinės — tai tokie organizmų santykiai, kai jie tarpusavy susiję taip, kad vienas jų yra maistas kitam. Ir visiškai nesvarbu, ar tai būtų parazitai ir šeimininkai, plėšrūnai ir jų gyvulinis maistas, žolėdžiai ir jų maistas. Visada ir visur atsiranda griežtai apribotos biogeocheminės provincijos...

Darvinas ypač vertino biocenozes, kalbant šių laikų kalba: „Tačiau, kai nepamirštame to samprotavimo, kad beveik kiekviena rūšis, netgi savo metropolijoje, galėtų daugintis iki begalybės, jeigu jai nekonkuruotų kitos rūšys, kad beveik visos rūšys gyvena kitų rūšių sąskaita arba pačios yra jų grobis, žodžiu, kad kiekviena organinė būtybė tiesiogiai arba netiesiogiai yra susijusi su kitomis būtybėmis pačiu realiausiu būdu, tada įsitikiname, jog kurios nors šalies gyventojų paplitimas jokiu būdu nepriklauso vien tiktai nuo nežymiai besikeičiančių fizinių sąlygų, bet gerokai daugiau priklauso nuo ten esančių kitų rūšių, kuriomis jie minta arba kurios juos naikina, arba su kuriomis jie konkuruoja; o kadangi šios rūšys yra griežtai diskretinės, o ne susilieja viena su kita dėl nežymių skirtumų, tai ir bet kurios rūšies išplitimo zona, priklausanti nuo kitų rūšių išplitimo, pasižymi tendencija turėti ryškiai nužymėtas ribas".

...Tačiau visos Darvino koncepcijos esmė pagrįsta idėja, kad mūsų planetą apgyvenusios gyvosios medžiagos viduje vykstanti kova dėl būvio, bet ji esanti tarytum svetimas joje ir nepriklau-

somas planetai reiškinys. Dabar galima sakyti, kad šis pagrindinis požiūris tokia paprasta forma neatitinka realybės...

Nuo Darvino mirties jau praėjo daugiau kaip šešiasdešimt metų, o nuo jo paskutinio, gyvam esant, „Rūšių atsiradimo" leidimo — daugiau kaip septyniasdešimt metų. Ir šiandien mes turime šias Darvino išvadas papildyti pataisa, kuri mums kelia naujas problemas. Nekelia abejonių gyvosios medžiagos vienybė. Įdomu ir svarbu tai, kad dar prieš 70 metų Darvinas aiškiai suvokė pagrindinę gyvosios medžiagos cheminių savybių reikšmę.

В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965, p. 288—289.

Fitoncidai

...Vystantis gyvybei, per milijonus metų susiformavo įvairūs, kartais gana sudėtingi augalų ir vabzdžių tarpusavio santykiai. Pakanka prisiminti, koks vabzdžių vaidmuo, augalams apsidulkinant vadinamuoju kryžminiu būdu, kokia augalų reikšmė bičių gyvenime; prisiminkime vabzdžius — miškų, daržų, sodų kenkėjus.

Miške, pievoje, pelkėje, jūrose — visur gamtoje augalų ir vabzdžių gyvenimas yra abipusiškai susijęs ir tam tikrais atžvilgiais sudaro tarsi vieningą visumą. Mokslas, kaupdamas vis daugiau ir daugiau faktų apie augalų ir gyvūnų gyvenimą, kartu tiria augalų ir gyvūnų bendrijų gyvenimo dėsningumus...

Gamtoje susiklostė labai saviti organizmų tarpusavio santykiai dėl išskiriamų fitoncidų. Pavyzdžiui, mažų augalų fitoncidai gali būti labai pavojingas ginklas nuo didelių, palyginti su jais, gyvūnų. Citrusinių augalų parazitai, be kitų, yra ir kirmėlės nematodos, sandara panašios į askarides, tik gerokai mažesnės. Šias kirmėles paima į nelaisvę du grybeliai, vadinami artrobotris. Jie abu kartu apninka kirmėlę ir nugali ją. Vienas grybelis, kurį mokslininkai praminė „žveju", sparčiai kerodamasis, sudaro hifų tinklus, kuriais apraizgo kirmėlę. Kitas grybas, pramintas „budeliu", išmeta kilpas, kurios suveržia kirmėlę. Hifai įauga į nematodos kūną ir nužudo ją išskiriamais fitoncidais. Taip kirmėlė tampa grybelių grobiu, kuriuo pūvančiu jie minta. O štai dar vienas ne mažiau savitas dėl organizmų išskiriamų fitoncidų tarpusavio santykių gamtoje pavyzdys.

Mokslininkai ilgai negalėjo suprasti, kokiu būdu dėlės įsiurbtas kraujas tampa maistu. Svetimas kraujas su jam būdingais sudėtingais cheminiais junginiais iš pradžių turi pasikeisti, o tik po to jau paprastesnės medžiagos gali būti įsisavinamos dėlės ląstelių. Gyvūnų ir žmogaus virškinamajame trakte gaminasi tam tikros medžiagos — fermentai, kurie ir virškina maistą. Dėlių žarnyne šių medžiagų nėra. Kas gi paaiškėjo? Dėlių žarnyne visą laiką gyvena sparčiai besidauginanti bakterija pseudomonas hiru-

dinis. Ši bakterija yra dėlės geradarė. Ji padeda suvirškinti įsiurbtą kraują, išskirdama tam tikras medžiagas, ir ši bakterija, išskirdama savo fitoncidus, pražūtingus kitiems mikrobams, tampa vienintele dėlės žarnyno šeimininke ir neleidžia čia įsikurti jokiai kitai bakterijai. Štai kodėl dėlės žarnynas yra visiškai švarus, nuo kraują siurbiančios dėlės niekada neužsikrėsi užkrečiama liga. Ne veltui mokslinė medicina naudoja dėles daugeliui ligų gydyti...

Augalų ir gyvūnų evoliucija, kokių nors naujų jų savybių atsiradimas arba išnykimas nevyksta atskirai, izoliuotai vienas nuo kito. Kokio nors vieno reiškinio pakitimai sukelia kitų pakitimus. Tarp augalų ir gyvūnų susidaro vis nauji ir nauji „sugyvenimo" (simbiozės) arba parazitizmo santykiai. Gamtoje, veikiant Darvino atrastiems dėsniams, įsigali nauji tarpusavio kovos ir savitarpio pagalbos santykiai. Gamtoje šie procesai vyksta nuolat ir stichiškai...

Visi nauji atradimai gyvūnų ir augalų savitarpio santykių srityje naudojami žmogaus interesais, jie tarnauja miško pramonei, medicinai, žemės ūkiui, sodininkystei, daržininkystei.

Dažnai tvirtinama, kad laukiniai pievų, miškų, pelkių augalai mažiau kenčia nuo ligų, negu kultūrinių rūšių atstovai, auginami ne bendrijose kartu su kitais augalais. Galbūt natūralių augalų bendrijų sąlygomis, kai greta vėdryno, pavyzdžiui, auga svogūnas, rūgštynė, ramunė ir kt., tarp įvairių rūšių vyksta ne tik kova, bet augalai vienas kitą aprūpina ir fitoncidais. Negalima gamtoje matyti tik kovą, nes, vystantis gyvūnijai ir augalijai, kovos pagrindu klostėsi ir įvairiausios sugyvenimo, savitarpio pagalbos formos. Gali būti ir taip, kad šioje kovoje ir savitarpio pagalboje svarbios yra ne tik aplinkybės, susijusios su maitinimusi ir kvėpavimu, su drėgme ir temperatūra, bet ir fitoncidai...

Augalų sąveika bendrijose toli gražu nesibaigia poveikiu vienas kitam fitoncidų tipo išskiriamomis medžiagomis. Sąveikos pobūdis iš esmės priklauso nuo to, kaip augalai naudoja šviesą, vandenį, deguonį (dirvožemyje), anglies dioksidą (ore), maisto medžiagas, elektrą ir t. t.

Б. П. Токин. Целебные яды растений. Лениздат, 1967, p. 68—71, 162, 165.

Cheminė biocenologija

Pradedant 1950 metais, Tarybų Sąjungoje išryškėjo labai reikšmingos botanikai ir žemės ūkio praktikai augalų savitarpio santykių reiškinių, kurių pagrindas yra jų išskiriamos cheminės medžiagos, tyrimų kryptys. Tai jau naujas mokslas, kurį, pagal prof. F. Hauzės pasiūlymą, būtų galima pavadinti „chemine biocenologija"...

S. Černobrivenka — pirmasis tarybinis mokslininkas, surinkęs iš pasaulinės literatūros duomenis apie augalų išskyrų reikšmę bendrijų gyvenime. Jis ir pats atliko reikšmingus lauko ir laboratorinius stebėjimus.

Pateiksime jo darbų faktus apie žemės ūkio augalų rūšių santykius. Daugumą šių faktų Černobrivenka pastebėjo, pats atlikdamas bandymus.

Priešiški žemės ūkio augalų rūšių santykiai

Stelbianti rūšis	Stelbiama rūšis	Stelbianti rūšis	Stelbiama rūšis
Rugiai žieminiai	Kviečiai žieminiai	Nutas	Agurkas
Aviža	Lubinas daugiametis	„	Melionas
„	Lubinas siauralapis	„	Arbūzas
„	Žirnis	„	Pupelė
Vikis	Aviža	„	Saulėgrąža
Dobilas	„	„	Kukurūzas
Lubinas	Bulvė	„	Sezamas
Nutas	„	Pupelė	Kviečiai vasariniai
„	Pomidoras	Kviečiai vasariniai	Kanapė
„	Baklažanas	„ „	Judra
		„ „	Garstyčia melsvoji

Lentelė sutrumpinta. — *Sud.*

Palankūs žemės ūkio augalų rūšių santykiai

Tiriamoji rūšis	Rūšis, kurios ji nestelbia arba veikia teigiamai	Tiriamoji rūšis	Rūšis, kurios ji nestelbia arba veikia teigiamai
Nutas	Garstyčia melsvoji	Pupelė	Linai (sėmeniniai)
„	Kviečiai vasariniai	„	Saulėgrąža
„	Miežis	„	Kalendra
„	Linai (pluoštiniai)	„	Moliūgas
Pupelė	Kanapė	„	Agurkas
„	Bulvė	„	Žirnis
„	Pomidoras	„	Arbūzas
„	Baklažanas	Žirnis	Liucerna mėlynžiedė
„	Garstyčia melsvoji	„	Bulvė
Lęšis	Liucerna mėlynžiedė	Kviečiai vasariniai	Moliūgas
Bulvė	Miežis	„	Agurkas
Kviečiai vasariniai	Melionas	Kukurūzas	Ricinžolė
„	Arbūzas	„	Pupelė
„	Soja	„	Nutas

Lentelė sutrumpinta. — *Sud.*

Priešiški medžių ir krūmų rūšių santykiai

Stelbianti rūšis	Stelbiama rūšis	Stelbianti rūšis	Stelbiama rūšis
Guoba	Ąžuolas	Klevas uosialapis	Pušis
Bukas	„	Beržas	„
Uosis	„	Tuopa kanadinė	„
Beržas	„	Drebulė	„
Drebulė	„	Šeivamedis	„
Eglė	„	Guoba smulkialapė	Pušis paprastoji
Riešutmedis	„		
Žirmedis (baltoji akacija)	Ąžuolas paprastasis		
Tuopa	„		
Uosis plaukuotasis	„		

Įdomūs S. Černobrivenkos stebėjimai. Tarp lizdelių, kuriuose buvo pasodintos gilės, pasėta nuto, lęšio, grikių, avižų ir melionų. Šie augalai, rašo Černobrivenka, buvo paskirstyti taip, kad lizdelių su gilėmis eilė iš abiejų pusių būtų apsupta vienos iš šių penkių kultūrų juosta (maždaug dviejų metrų pločio). Ąžuolo sėjinukai geriausiai augo tarp nuto ir melionų, o blogiausiai — tarp grikių ir avižų. Apie spalio mėnesio vidurį ąžuoliukų, augusių tarp avižų juostų, pusė lapų jau buvo geltoni, o ąžuoliukų, augusių greta kitų kultūrų, visi lapai spalio viduryje buvo dar žali. Ąžuolo sėjinukai, augantys greta grikių ir avižų, rudens pabaigoje buvo gerokai mažesni ir plonesni, negu ąžuoliukai, augantys šalia kitų kultūrų.

Nereikia manyti, kad visa tai galima paaiškinti tik lakiųjų fitoncidų įtaka. Matyt, čia veikia daugybė veiksnių, tačiau tam tikras vaidmuo, aišku, priklauso ir fitoncidams.

Ateis laikas, kai biologijos mokslas galės patarti žemės ūkio darbuotojams, kokius augalus reikia auginti greta ir kurie augalai „nepakenčia“ vienas kito dėl to, kad išskiria antagonistinius fitoncidus.

Ten pat, p. 169, 170—172, 174.

Ekologiniai sprogimai

Mes gyvename pasaulyje, pilname sprogimų, ir, nors eilinio protrūkio laikas ir vieta mums ne visada yra žinomi, galbūt galėsime surasti būdą, kaip jo išvengti arba bent jau susilpninti jį...

„Ekologiniu sprogimu“ vadiname pernelyg didelį kokio nors gyvo organizmo pagausėjimą. Tai gali būti gripo virusas, marą

sukelianti bakterija, grybas, sukeliantis bulvių ligą, žaliasis augalas, kaip kaktusas opuncija, arba gyvūnas, panašus į pilkąją (Karolinos) voverę. Aš apgalvotai vartoju žodį „sprogimas" (explosion), nes jis reiškia, kad nelauktai atsipalaidavo jėgos, kurioms pasireikšti iki šiol neleido kitos jėgos...

...Pirmojo pasaulinio karo pabaigoje Vakarų fronte kilo gripo epidemija, kuri virto pandemija ir apėmė stačiai visą pasaulį, negailėdama netgi Labradoro ir Grenlandijos eskimų; manoma, kad ji nusinešė 100 mln. žmonių gyvybių. Ir dabar dar nėra visiškai išnykusi didžioji buboninio maro pandemija, kuri prasidėjo Kinijoje praėjusio amžiaus pabaigoje, kartu su laivų žiurkėmis buvo nuvežta į Indiją, Pietų Afriką ir kitus žemynus ir dabar rusena ten tarp šimtų rūšių laukinių graužikų, taip pat kaip ir pagrindiniame židinyje, Rytų Azijoje, iš kur ji ir atėjo. Kinijoje ji kartkartėmis pasireiškia gana smarkiais protrūkiais, kaip plaučių forma, primindama viduramžių Europos „juodąją mirtį". Mandžiūrijoje 1911 m. tokio protrūkio metu mirė apie 60 tūkst. žmonių. Laimei, ši ligos forma, tiesiogiai perduodama vieno žmogaus kitam be tarpinės grandies (blusų), retai kada atsirasdavo kituose pandemijos apimtuose žemynuose. Visur, kur tik maras prasiskverbdavo į natūralias ekologines bendrijas, jis daugiau ar mažiau išplisdavo, nors, laimei, kontaktų grandinė, sukelianti panašų jo protrūkį žmonių giminėje, ne taip lengvai pradeda veikti. Daugelio populiacijų pelėnai, gyvenantys pietinės Afrikos savanose, yra nuolatiniai bakterijų nešiotojai, todėl jų populiacijose dažnos natūralios epizootijos...

Kitas „sprogimo" pavyzdys — tai prieš 100 metų iš Europos paplitusi Airijoje fitoftora, kur ji sunaikino bulvių derlių ir tuo pačiu sukėlė badą... Kodėl virusas, sėkmingai dauginęsis Brazilijos laukiniuose triušiuose, staiga sunaikino didelę dalį triušių populiacijų Vakarų Europoje? Kodėl Kolorado vabalas mums neduoda ramybės tik dabar, daugiau kaip po 300 metų, kai bulvės čia buvo pradėtos auginti?..

Pateikti pavyzdžiai rodo, kad daugintimosi protrūkiai gali būti dviejų iš esmės skirtingų tipų: vieni atsiranda, sėkmingai išplitus rūšiai, patekusiai į šalį iš kitur, kiti vyksta aborigenų arba senose populiacijose... Reikalas tas, kad gyvename tokiu pasaulio istorijos laikotarpiu, kada tūkstančiai įvairiausių organizmų klajoja po visą Žemės rutulį, ir dėl to įvyksta stulbinantys poslinkiai gamtoje. Mes stebime, kaip keičiasi Žemės rutulio natūralių populiacijų atsparumas. Naikinti kenkėjus, žinoma, labai svarbu, nes turime saugoti išteklius, reikalingus mūsų gyvenimui, apsisaugoti nuo ligų ir ekonominių negandų pasekmių. Tačiau reikėtų pabandyti į visą problemą pažiūrėti daug plačiau. Patys stambiausi ekologiniai sprogimai pakeitė istorijos eigą, ir, kaip parodysime toliau, dažnai galima nustatyti, kad jų priežastis buvo pažeidimas tos žemynų ir salų izoliacijos, kuri susiformavo triaso periodo pradžioje ir viduryje...

Apie 1929 m. keli Afrikos uodai atsitiktinai pateko į šiaures rytų Braziliją. Juos, matyt, čia atvežė iš Dakaro greitasis prancūzų naikintuvas. Jie pateko ant žemės, ir vienoje pakrantės pelkėje atsirado nedidelė jų kolonija. Iš pradžių į juos niekas nekreipė dėmesio, nors šalia esančiame miestelyje kilo gana smarki maliarijos epidemija ir sirgo beveik visi gyventojai. Po to kelerius metus vabzdžiai netrikdomi plito išilgai kranto zonos, kol galiausiai maždaug 320 km nuo pradinio punkto prasidėjo maliarijos epidemija, trukusi iki 1938—1939 metų; pasirodė, kad iki to laiko uodai spėjo nusidanginti dar daugiau kaip 300 kilometrų į šalies gilumą Žaguaribės upės slėniu... Tai buvo viena sunkiausių Braziliją užklupusių epidemijų: maliarija sirgo šimtai tūkstančių žmonių, apie 12 tūkstančių, kaip spėjama, mirė, ir kaimo gyventojų gyvenimas buvo dalinai paraližuotas. Biologinės šios nelaimės priežastys labai paprastos: šalyje visada buvo maliarinių uodų, bet nebuvo tokių, kurie, kaip Afrikos uodų rūšis, reguliariai skristų į žmonių būstus ir taip sėkmingai veistųsi saulės kaitinamuose mišku neapaugusiuose atviruose vandens telkiniuose. Laimei, abi šios ypatybės leido surasti uodų naikinimo būdus... Buvo apipurkštos visos veisimosi vietos, išpurkštas namų vidus. Tai milžiniško masto priemonės, įgalinusios visiškai išnaikinti Anopheles gambiae Pietų Amerikos žemyne mažiau negu per trejus metus...

Rūšių paplitimas

Labai daug rūšių gali plisti visame pasaulyje — arba todėl, kad jų neveikia ekologiniai barjerai, neleidžiantys plisti kitoms formoms, arba todėl, kad jos turi nepaprastai efektyvių plitimo priemonių, o tai iš esmės yra tas pats. Calanus finmarchicus — gausiausias irklakojų vėžiagyvių atstovas Šiaurės Atlanto jūrų planktone — gali patekti į Indijos vandenyną prie Madagaskaro, nes šaltos šiaurinės srovės, pasiekusios atogrąžų jūras, nueina į gilumą ir toliau teka po šiltesniais paviršiniais vandenimis; tokiu būdu šis vėžiagyvis iš tikrųjų perkirto pusiaują, arba, tiksliau, pranėrė jį. Daugelis paukščių migruoja beveik iš vieno pasaulio krašto į kitą: poliarinė žuvėdra gali nuskristi iš Arktiės į Antarktį, dirvinis sėjikas — iš Šiaurės Amerikos į Pietų Ameriką ir atgal, kregždė — iš Europos į Pietų Afriką; kai kurie vandens paukščiai skraido iš Australijos į Japoniją ir atgal. Mikroorganizmų, kurių sporos arba jie patys išdžiūvę pernešami vėjo arba paukščių (įstrigę plunksnose), arealas taip pat dažnai aprėpia visą Žemės rutulį. Tokie yra daugelis pirmuonių, verpečių ir šakotaūsių vėžiagyvių, jau nekalbant apie daugelio augalų sėklas. Be to, yra daug judrių formų, kurios laipsniškai paplito visame Žemės rutulyje, ir joms nesukliudė nei vandenynai, nei kalnai, nei dykumos...

Niekas iš tikrųjų nežino, kiek rūšių peržengė savo natūralių arealų ribas, tačiau tokių rūšių tikriausiai yra šimtai tūkstančių, be to, tūkstančiai jų gerokai paveikė žmogaus gyvenimą — buvo žmonių mirties priežastis arba pasunkino pragyvenimą.

Ten pat, p. 40—41, 67.

Individų skaičiaus reguliavimas

Nors ekologijos žinios yra nepaprastai svarbios, vykdant karantininį ir naikinimo darbą, vis tiktai šios priemonės galiausiai yra tie dirbtiniai metodai, kuriais siekiama tiesiogiai išnaikinti organizmus arba pakeisti jų gyvenamąją vietą; panašūs metodai dažnai būna efektyvūs ir netgi išmaningi, tačiau, žiūrint ekologo akimis, jie yra nepakankamai subtilūs. Ilgalaikis individų skaičiaus reguliavimas — visiškai kitokio pobūdžio klausimas. Tai rūšies individų skaičiaus sumažinimas iki lygio, neleidžiančio jai dominuoti bendrijoje, ir dalinis arba netgi pilnas didelių skaičiaus svyravimų ir dauginimosi protrūkių panaikinimas. Šiam reguliavimui naudojamos ne tik dirbtinės priemonės, bet ir pačios gamtos jėgos. Dažnai vien tik šios jėgos riboja rūšies plitimą ir galiausiai sąlygoja vienokią ar kitokią pastovią pusiausvyrą. Pavyzdžiui, vargu ar galima teigti, kad kanadinės elodėjos plitimą... po visą praėjusio amžiaus Didžiąją Britaniją kontroliavo žmogus. Sis žaliasis vandenų augalas, turintis minkštus stiebus, pirmiausia buvo pastebėtas 1842 m. tvenkinyje prie Škotijos sienos, o netrukus pasirodė vienoje Lesterširo vietovėje, kur atsitiktinai buvo atvežtas su Amerikos miško medžiaga. Po to elodėjos nepaprastai greitai prisiveisė visos šalies upėse, kanaluose, ežeruose, grioviuose ir tvenkiniuose; ji plito palei upių tėkmę, išilgai kanalų, ją pernešinėjo paukščiai, o kai kada (pavyzdžiui, Kembridže) ji specialiai buvo introdukuojama kaip mokslinė keistenybė. Driuso nuomone, didžiausias elodėjos antplūdis buvo praėjusio amžiaus 9-ame dešimtmetyje, po to prasidėjo žymus jos regresas visoje teritorijoje, ir niekada daugiau į ją nebuvo žiūrima kaip į tikrą negandą... Tačiau savo klestėjimo laikais Trento upėje ji sudarė tokius tankius sąžalynus, kad žvejai negalėjo naudoti tinklų; Kembridžo apylinkėse jos prižėlė Kemo upė, tai trukdė irkluoti ir taip pasunkino arkliais traukiamų baržų judėjimą, kad tekdavo įkinkyti daugiau arklių; vienas ar du besimaudantys į jas įsivėlė ir nuskendo; Fenuose [1] ji trukdė nutekėti drenažo vandeniui... Mūsų laikais elodėja tikrai negalėtų kelti nerimo Škotijos žvejams... arba atskirus Temzės ruožus padaryti nepraplaukiamus..., kaip kad rašė to meto spauda. Jos ir dabar lengvai galima rasti daugelyje vandens telkinių, kur ji nuolatos, tačiau ribotais kiekiais auga. Dėl kokių priežasčių jos sumažėjo visiškai nežino-

[1] Pelkėta vietovė Kembridžšire ir Linkolnšire. — *Orig. red. past.*

ma. Galbūt šios priežastys yra genetinės arba priklauso nuo kokio nors reto elemento, reikalingo maitinimuisi, atsargų išsekimo. Kai kuriose vietovėse elodėją padėjo išnaikinti ją ėdančios karvės ir vandens paukščiai... Viena yra visiškai neabejotina: žmogus tiesiogiai nereguliavo šio augalo individų skaičiaus...

Leopoldas ir Darlingas... atsekė labai įdomią šiaurės elnio istoriją Aliaskoje. Šie gyvuliai buvo atvežti čia iš Laplandijos eskimų gyvenimui pagerinti, ir Aliaskoje jie taip išplito, kad jų jau buvo daugiau kaip pusė milijono. Dabar elnių čia sumažėjo 20 kartų... Priežastis, atrodo, aiški: elniams buvo leista sunaikinti visas kerpių atsargas, kurios yra būtinos jiems maitintis žiemą; kerpės auga labai lėtai ir visiškai atželia ne mažiau kaip per 25 metus, o jų ekologija gana sudėtinga, nes didelę reikšmę turi tokie veiksniai, kaip, pavyzdžiui, gaisrai...

Ten pat, p. 149—151, 167.

Biologinis priešinimasis

Paprastai dauguma gyvūnų apsigyvena ne visose vietose, tinkamose gyventi, o tik vienoje arba keliose iš jų; tačiau ir šiuo atveju gyvūnams tenka įsiterpti į nepaprastai sudėtingą įvairių populiacijų bendriją; jie ieško vietų veistis ir randa šias vietas užimtas, ieško maisto, kuriuo jau minta kitos rūšys, ir slėptuvių, kuriose slepiasi kiti gyvūnai, braunasi į šias slėptuves, įsiveržia į jas — ir dažnai juos išstumia lauk. Be to, kiekvienos gyvenamosios vietos fauna iš dalies sutampa su gretimos gyvenamosios vietos fauna. Ekologinė sistema turi atskirus „veiklos centrus“— tokie centrai, pavyzdžiui, yra dirvožemis ir medžių laja, pelkė ir upelis, nuvirtęs kamienas ir paukščio lizdas,— bet jie visada kažkokiu būdu tarpusavy susiję, o šie ryšiai gali veikti populiacijų santykius. Taigi atėjūnas vienokiu ar kitokiu būdu skverbiasi į sudėtingą sistemą. Jeigu, sakysim, kad atėjūnas susiduria su *ekologiniu priešinimusi,* tai lakoniškiausiai apibūdinsime šią situaciją (šis terminas yra, be to, gana patogus, prisiminus, kad mums teks apibūdinti ne tiek žinoma, kiek nežinoma)...

Priešinimąsi atėjūnams galima stebėti susiformavusiose augalų bendrijose; iš tikrųjų konkurencija yra viena svarbiausių augalų ekologijos problemų — tai konkurencija dėl šviesos, erdvės ir cheminių dirvožemio komponentų; galima rasti pusšimtį ir daugiau įvairių augalų rūšių, nuolatos augančių kartu vieno tipo augalų bendrijose. Tiesa, šio reiškinio priežasčių dar pakankamai neišaiškino net dabartinė fitoekologija. Tačiau didesnė dauguma svetimšalių augalų, iš jų, be abejo, ir žemės ūkio kultūros, auga mūsų augimvietėse, žmogaus gerokai supaprastintose: ariamose žemėse, dykvietėse ir sąvartynuose, palei geležinkelio linijas, sienas ir kt. ...

Baltažiedė notrelė (Lamium album) — tai vienas tų augalų, kurie taip ir neįstengė įsiskverbti į Britų salų natūralias fitocenozes. Šis lūpažiedis augalas panašus į gailiąją dilgėlę, tačiau jis neturi dilgiųjų plaukelių, nors jo lapai yra aštraus skonio. Baltus jo žiedus kelis mėnesius per metus lanko kamanės, ir anksti pavasarį jie yra vienas svarbių jų maisto šaltinių. Baltažiedžių notrelių gausu šalikelėse, laukų pakraščiuose, dykvietėse ir kt.,— ir visur jos auga ne gamtinėse bendrijose... Savo tėvynėje, Kaukaze, notrelė labai gerai auga miškuose, gausiose kitų rūšių bendrijose. Anglijoje, kur ji, be abejonės, augs šimtus metų, vis dėlto taip ir netapo miško augalu. Tačiau tarkime, kad ji tapo tokiu augalu. Ar ji šiuo atveju išstumtų kokią nors vietinę rūšį arba tiesiog papildytų vietinę florą? Šis klausimas, primygtinai reikalaujantis atsakymo, vis iškyla ir iškyla mūsų galvose ir yra ko gero pati svarbiausia problema, kuri paaiškintų visus šioje knygoje pateiktus faktus.

Ten pat, p. 152—154.

Biologinės bendrijos

Organizmų santykiai bendrijoje

...Augalų, mikroorganizmų ir gyvūnų įvairių rūšių populiacijos sudaro natūralias bendrijas, atsiradusias, vykstant biologinei medžiagų apytakai, kuriai vystantis, jos tapo vis sudėtingesnės. Pagrindinė rūšių tarpusavio ryšių bendrijoje forma — tai maisto ir jo vartotojų santykiai, susiklostę, sudarydami maitinimosi grandines, kurių pirmesnė grandis yra sekančios grandies maistas...

Biologinė medžiagų apytaka vyksta tik tada, kai yra tokios maitinimosi grandinės, kurias sudaro maitinimosi ryšiais susijusios visų trijų gyvųjų viešpatijų (mikrobų, augalų ir gyvūnų) rūšys. Šioje apytakoje naudojami ne tik patys organizmai (jų kūnai), bet ir jų metabolizmo produktai, išskiriami kvėpuojant ir šalinant.

Be maitinimosi ryšių, bendrijose būtinai atsiranda kartu gyvenančių organizmų erdvės santykiai. Vienų rūšių individai gali naudoti kitus kaip gyvenamąją aplinką (endoparazitai), kaip substratą ir prisitvirtinimo vietą (ektoparazitai ir laisvai gyvenančios sėslios nelabai judrios rūšys). Skirtingos sudėties rūšių bendrijos gyvena olose, ant uolų ir uolienų sąvartų, žemės plyšiuose ir kitose natūraliose slėptuvėse. Vienos rūšies gyvenamuose urvuose, lizduose ir guoliuose glaudžiasi daugelis kitų rūšių, randančių čia slėptuvę nuo priešų ir tinkamą mikroklimatą. Augalų bendrijų arba sėslių gyvūnų grupuočių sudaryta danga privilioja daugybę gyvūnų, galinčių čia pasislėpti ir apsisaugoti nuo priešų, o kartais ir nuo kenksmingo abiotinių veiksnių poveikio.

Maitinimosi ir erdvinių ryšių pagrindu susiklosto trys pagrindinės rūšių santykių formos: sugyvenimas (simbiozė), priešiškumas (antibiozė), abejingas pakantumas (neutralizmas).

Simbioze plačiąja prasme vadinami visi dviejų ir daugiau rūšių glaudaus sugyvenimo erdvės atžvilgiu atvejai, kai bent vienai šių rūšių šis sugyvenimas yra naudingas; istoriniu požiūriu tokio rūšių sugyvenimo rezultatas paprastai yra simbiontų prisitaikymas vienas prie kito (koadaptacija), padedantis jiems gyventi...

Antibiozė yra vienokios ar kitokios formos antagonistiniai santykiai, ribojantys arba neleidžiantys rūšims gyventi. Gerai žinomas mikroorganizmų (grybų ir bakterijų) antagonizmas, kai, esant vienai rūšiai, negali gyventi kitos rūšys, nes mikroorganizmai vienas kitą išstumia, išskirdami į aplinką tam tikras antibiotines medžiagas. Daug panašių pavyzdžių galima rasti ir aukštesniųjų augalų bei gyvūnų tarpe: tai priešiški santykiai, susiję su individualiomis arba kolonijinėmis jų teritorijomis, ypač dažnai pasitaikantys tarp artimų rūšių. Biologinis antagonizmas paaiškina, kodėl rūšių gyvenamosios vietos turi griežtas ribas.

Kita antibiozės forma yra konkurencija, apribojanti gyvenimo drauge galimybes. Konkuruojant dėl maisto, dažnai kovojama ir dėl erdvės, slėptuvių ir kitų gyvenimo sąlygų. Tankios vienos rūšies augalų ir sėslių gyvūnų dangos, matyti, yra atskirų rūšių kovos dėl erdvės priemonė.

Neutralizmas, arba abejingi santykiai, dažnai pastebimi bendrijoje tarp rūšių, nesusijusių erdvės ir maitinimosi santykiais.

Tarprūšinių santykių skirstymas į simbiozę, antibiozę ir neutralizmą dažnai būna reliatyvus; glaudus sugyvenimas turi ir neigiamų pusių (aplinkos apnuodijimas arba užteršimas), o antibiozė kartais būna abipusiškai naudinga. Pavyzdžiui, didysis margasis genys, voverė ir kryžiasnapis — trys pagrindiniai spygliuočių sėklų vartotojai mūsų miškuose — yra konkurentai, nes minta tuo pačiu maistu, bet kryžiasnapiai, skirtingai negu geniai, numesdami nukirstus kankorėžius su sėklomis ant žemės, kur jomis minta voverės, esti naudingi — taip išlieka sėklų atsargos žvėreliams, kadangi likę ant medžio kankorėžiai atsidarytų ir jos išsibarstytų...

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, р. 433—435.

Biocenozės

...Visi Žemės gyventojai — gyvūnai, augalai ir mikrobai — gyvena kaip vieninga visuma. Atskiros jos dalys (įvairių rūšių populiacijos) esti viena su kita tiesiogiai ir glaudžiai susijusios, kai jos gyvena toje pačioje teritorijoje ir sudaro vieną biocenozę; arba gali būti susijusios netiesiogiai, silpnai, tik per tarpines grandis, kai jų teritorijos atskirtos. Ryšių pobūdis ir glaudumas priklauso nuo rūšių specifikos ir erdvės santykių tarp jų popu-

liacijų, gyvenančių toje pačioje teritorijoje, gretimuose arba gerokai nutolusiuose plotuose.

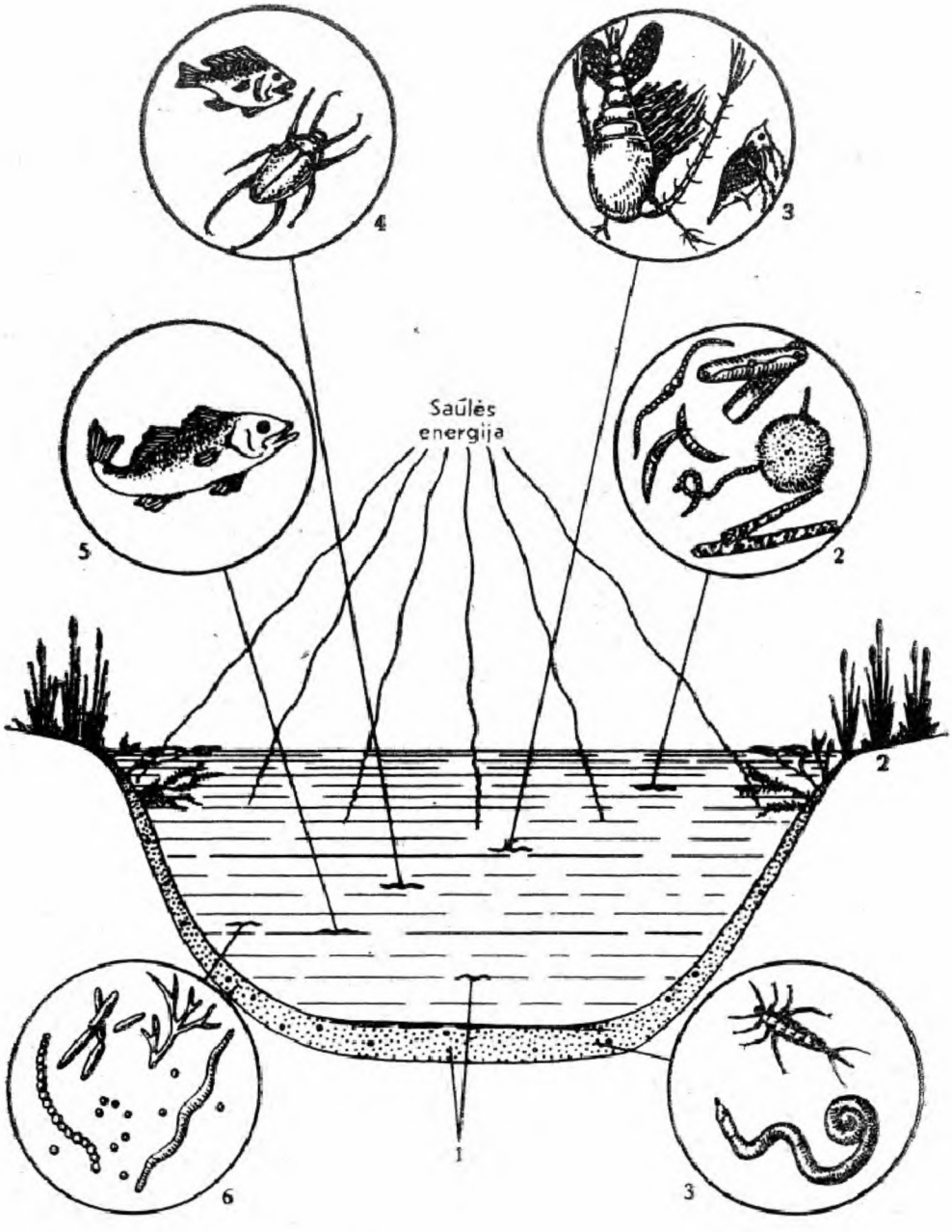
Žemės rutulio gyvosios būtybės susiskirsčiusios į daugelį įvairaus dydžio teritorinių (topinių) grupuočių arba biocenozių, kurias sudaro kelių, dažnai daugelio rūšių bendrijos: mažos bendrijos yra stambesniųjų dalis...

Natūrali bendrija, arba biocenozė, yra autonominių, nors daugelio atžvilgiu ir susijusių viena su kita rūšių visuma. Autonomiškumas — tai vieną bendriją sudarančių, bet turinčių nesutampančius arealus atskirų rūšių nepriklausomas paplitimas. Kaip tik dėl šių priežasčių a) atskiros biocenozės neturi griežtų ribų, viena biocenozė „įsiskverbia" į kitą arba viena laipsniškai pereina į kitą kompleksiniuose mozaikiniuose landšaftuose; b) yra populiacijų, kurios tuo pačiu metu gyvena keliose bendrijose; c) biocenozių sezoniniai ir paros aspektai kartais silpnai vienas su kitu susiję; d) egzistuoja bendrijų heterogeniškumas ir heterochroniškumas, kurie pasireiškia tuo, kad atskiros rūšys ir jų kompleksai atsirado ir vystėsi skirtingose vietose ir įėjo į bendriją nevienodu metu. Visos šios ypatybės neturi jokių analogijų su organizmu, todėl į natūralias bendrijas reikėtų žiūrėti kaip į savotiškas labai judrias sistemas. Šios sistemos — tai *istoriškai susiklosčiusios gyvųjų Žemės būtybių struktūros formos, atsiradusios vystantis biologinei medžiagų apytakai.* Teritorinės bendrijos, arba biocenozės,— tai tokios visumos rūšių, kurių tarpusavio santykiais pagrįsta konkrečiomis gamtinėmis sąlygomis vykstanti apytaka. Būtent dėl šios priežasties mažesnės bendrijos pavaldžios stambesnėms (žemynų, gamtinių zonų, landšaftų (biotopų), mikrolandšaftų, atskirų ardų, atskirų organizmų šeimininkų bendrijos), o vienodo dydžio bendrijos tarpusavy yra susijusios ir maišosi viena su kita. Visa tai — įvairūs teritorijos variantai arba bendros medžiagų apytakos atskiros grandys — tie upeliai, upės ir protakos tarp jų, kurie, čia susiliedami, čia išsiskirdami, sudaro vieningą medžiagų ir energijos srautą biosferoje.

Norint valdyti gamtą ir pertvarkyti ją taip, kad ji būtų naudinga žmogui, reikia detaliai ištirti bendrijų struktūros esmę ir formas, pavaldumą ir tarpusavio ryšius.

Pagrindiniai rūšių santykiai bendrijose — tai maitinimosi ir erdviniai ryšiai. Pirmųjų pagrindas yra maitinimosi grandinės, kurių atskiros grandys — įvairūs biogeninės medžiagų apytakos etapai. Vienoje bendrijoje paprastai yra kelios lygiagrečios maitinimosi grandinės; kiekvieną jų sudaro kelios, paprastai ne daugiau kaip dešimt, maitinimosi santykiais susijusios rūšys. Kai kurios jų dalyvauja įvairiose maitinimosi grandinėse, jungdamos jas į vadinamuosius maitinimosi ciklus... Galimybės pailginti maitinimosi grandines ribojamos dviejų sąlygų; tai vadinamosios *individų dydžio ir skaičių piramidės taisyklės.*

Individų dydžio taisyklė suprantama kaip laipsniškas vartotojų didėjimas, palyginti su dydžiu tų, kuriais jie minta. Pavyz-



Nedidelis gėlas tvenkinys — ekosistemos pavyzdys:

1 — pagrindiniai mineraliniai ir organiniai junginiai; *2* — augalai, turintys šaknis, ir fitoplanktonas — gamintojai; *3* — zooplanktonas ir dugninės formos (žolėdžiai) — pirminiai vartotojai; *4* — mėsėdžiai — antriniai vartotojai; *5* — antriniai mėsėdžiai — tretiniai vartotojai; *6* — bakterijos ir grybai — ardytojai

džiui jūrų fitoplanktoną sudaro labai smulkūs organizmai; jais mintantys planktoniniai gyvūnai yra stambesni, o juos ėdančios neplėšrios žuvys stambesnės už savo grobį, bet smulkesnės už priešus — plėšriąsias žuvis...

Skaičių piramidės taisykle laikomas vartotojų biomasės mažėjimas, paprastai mažėjant jų individų skaičiui, palyginti su individų, kuriais jie minta, mase ir skaičiumi... Laipsniškas vartotojų biomasės mažėjimas, palyginti su maistu, susijęs su tuo, kad didesnė maisto dalis suvartojama gyvūno energetiniams poreikiams patenkinti, kad jis galėtų būti veiklus; augimui ir dauginimuisi suvartojama mažesnė jo dalis. Poikiloterminių ir homoterminių gyvūnų „konstruktyviosios" ir „energetinės" apykaitos santykis yra skirtingas. Smulkūs žinduoliai sunaudoja medžiagų ir energijos 10—30 kartų daugiau gyvybinei veiklai, negu augimui. Žuvų energetinės sąnaudos 3—4 kartus, o uodų trūklių lervų 7—8 kartus didesnės, negu jų sąnaudos augimui. Skirtumai priklauso nuo organizmo būklės, amžiaus ir ypač nuo aplinkos. Maitinimosi grandinės kiekvienos sekančios grandies biomasės sumažėjimas taip pat riboja grandžių skaičių...

Didelę reikšmę bendrijose turi erdviniai ryšiai ir santykiai. Jie pasireiškia įvairiomis sinoikijos[1] formomis ir atsiranda tada, kai bendrai naudojamasi teritorija, joje esančiomis slėptuvėmis ir priedangomis. Tokiais atvejais susidaro tam tikru laipsniu nepriklausomi ardiniai gyvūnų, augalų ir mikroorganizmų susivienijimai, nulemiantys bendrijos stratifikaciją (sluoksniuotumą).

Ten pat, p. 521, 525—527, 529, 530.

Taigos bendrijos

Gamtinių zonų bendrijos istoriškai susiformavo, veikiant šių zonų klimatinėms ir geomorfologinėms ypatybėms...

Taiga — spygliuočių miškų viešpatijos zona, ji plyti toliau į šiaurę. Jai būdingas „eglės ir maumedžio klimatas" pasižymi palyginti šilta vasara (vidutinė liepos mėnesio temperatūra ne žemesnė kaip 10°C) ir atšiauria, snieginga žiema Eurazijos vakaruose ir nesnieginga rytuose.

Šios zonos miškai monotoniški. Palyginti paprasta jų ardų sudėtis: šiurių prižėlusiuose šiluose tėra tik medžių ardas, kai kur retas pomiškis, kerpių arba negyvų liekanų danga, dirvožemis. Gyvūnų rūšių negausu — daugiausia tai šaltį pakenčiantys euribiontai[2]. Populiacijų tankis mažėja, einant į šiaurę... Daugelis

[1] Sinoikija — dviejų formų sugyvenimas, kai viena kitai neteikia naudos ir nekenkia. — *Sud.*

[2] Euribiontai — organizmai, galintys gyventi įvairiomis sąlygomis. — *Sud.*

gyvūnų žiemą miega žiemos miegu arba prisirenka maisto atsargų. Jie čia veisiasi tik pavasarį ir vasarą, išimčių pasitaiko retai (kryžiasnapiai peri žiemą, subrendus spygliuočių sėkloms). Didelė dalis žinduolių ir paukščių rūšių leidžiasi į tolimas sezonines migracijas. Medžių sėklų nederlius dažnai čia esti didžiulėse teritorijose, todėl ir sėklomis mintantys gyvūnai (kryžiasnapiai, riešutinės, voverės ir kt.) toli nukeliauja nuo nederliaus zonos. Gilus ir purus sniegas apriboja hionofobų egzistavimo galimybes ir yra kanopinių žvėrių migracijų priežastis...

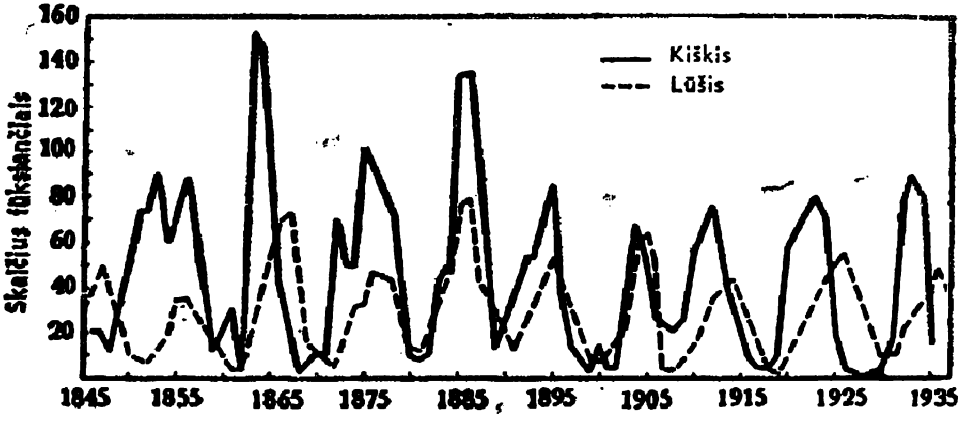
Taigos bendrijų vaizdas įvairiais sezonais labai pasikeičia. Aktyvieji gyvūnai žiemą tesudaro vos dešimtąją dalį vasarą gyvenusių individų. Ir atvirkščiai, pakitimai per parą nedideli, ir tipingų naktinių gyvūnų čia nedaug. Taigos rūšių gausumas yra labai nepastovus, ir po gausių gyvūnais metų būna beveik visiškc jų išnykimo laikotarpių. Populiacijų dinamikoje ypač didelę tiesioginę ir netiesioginę reikšmę turi klimatinės sąlygos, čia padedančios gyvūnams veistis ir išgyventi, čia naikinančios juos ir mažinančios visiumą. Palankiais metais atskiros rūšys gali masiškai daugintis todėl, kad nedaug tėra konkurentų, priešų ir parazitų. Taigi vietinių rūšių ekologinės nišos yra plačios, o biotiniai santykiai jų gyvenime mažiau svarbūs, negu pietinėms rūšims. Tai patvirtina taigos gyvūnų euribiontiškumas.

Ten pat, p. 534, 537—538.

Bendrijų produktyvumas

...Su biocenozių sandaros bei gyvenimo ir ypač jų dinamikos nagrinėjimu glaudžiai susijęs toks svarbus praktiniu požiūriu klausimas, kaip bendrijų biologinis produktyvumas. Tai reiškia, kaip kasmet atsikuria laukinių gyvūnų ir augalų ištekliai, kuriuos žmogus gali naudoti, nepažeisdamas biocenozės arba nesunaikindamas ją sudarančių atskirų rūšių. Laukinių bendrijų biologinis produktyvumas turi daug bendra su dirvožemio derlingumu žemės ūkyje. Todėl į ekologiją prasiskverbė „idėjos" apie tai, kad, veikiant kultūrai, neišvengiamai sunyksiančios natūralios bendrijos; tai primena dirvožemio derlingumo mažėjimo teoriją. Panašus požiūris ir į medžioklės ūkio nuosmukį, žuvų produktyvumo mažėjimą, kaip neišvengiamas pramonės vystymo ir landšafto sukultūrinimo pasekmes...

Produktyvumas priklauso ir nuo verslinių rūšių naudojimo būdų. Dėl tiesioginio ir netiesioginio žmogaus poveikio kinta verslinių populiacijų individų tankis, maitinimosi ir pasislėpimo galimybės, tarpusavio santykiai su kitų rūšių populiacijomis, o tai turi įtakos jų dauginimuisi, judrumui ir išgyvenimui, t. y. gausumui ir jo dinamikai. Bendrijų produktyvumas labiau priklauso nuo verslinių rūšių naudojimo ūkyje formos ir būdų, negu nuo ko nors



Lūšių ir kiškių skaičiaus kitimas — klasikinis populiacijos tankio ciklinių svyravimų pavyzdys

kito. Kai verslinių rūšių ištekliai naudojami grobuoniškai arba kai neūkiškai žiūrima į bendrijos naudojimą apskritai, neišvengiamai sumažėja jos produktyvumas („derlingumo nuosmukis"). Kai natūralūs vertingų rūšių ištekliai naudojami taupiai ir ypač kai jos veisiamos, šių rūšių produktyvumas didėja.

Taigi bendrijos produktyvumas — tai ta ekonominiu požiūriu vertingų verslinių rūšių produkcijos dalis, kurią žmogus gali naudoti, nekeisdamas jų eksploatacijos sistemos. Produktyvumas priklauso ir nuo pirminių išteklių atsargų (mineralinių medžiagų — augalų maisto), ir nuo tos formos, kuria žmogus naudoja bendriją ūkio reikalams, nes šitai veikia rūšių sudėtį ir jų skaičiaus santykius bendrijoje, individų tankį, dauginimosi intensyvumą bei įvairių rūšių išgyvenimą. Produktyvumo veiksnių tyrimo tikslas yra padidinti jį, o to galima pasiekti, pakeitus neorganinę gamtą, rūšinę sudėtį ir rūšių santykius bei jų populiacijų naudojimo ūkio reikalams būdus. Paskutinis būdas yra paprastas ir lengviausiai įgyvendinamas praktikoje. Tik reikia detaliai ištirti ekonominiu požiūriu svarbių rūšių individų ekologiją ir ypač dinamikos dėsningumus. Tuo keliu ir eina tarybinė ekologija.

Ten pat, p. 551, 552—553.

Aklimatizacija

Aklimatizacija Kaspijos jūroje — tai nepaprastai įdomi teoriniu ir labai svarbi ūkiniu požiūriu problema.

Tarybiniams tyrinėtojams pavyko nustatyti, kad mūsų pietinėse jūrose faunos tankis (biomasė) yra nevienodas. Jis didžiausias

Azovo jūroje. Tai produktyviausias vandens telkinys pasaulyje. Pramoniniu požiūriu jis daugiau kaip du kartus turtingesnis už kitus produktyviausius vandens telkinius — šiaurinę Kaspijos jūros dalį, Šiaurės jūrą, Japonų jūrą. Kai kuriais metais Azovo jūroje 1 ha sugaunama iki 80 kg žuvų. Įvairios žuvys Azovo jūroje randa nepaprastai palankias maitinimosi sąlygas...

Juodojoje ir Azovo jūrose daug didesnis gyvūnų tankis, negu Kaspijos jūroje, be abejo, priklauso nuo gyvenimo sąlygų visumos, tačiau su gana didele tikimybe būtų galima spėti, kad tai tam tikru laipsniu priklauso ir nuo pačios Viduržemio jūros faunos ypatybių: matyt, ji yra stipresnė, turi daugiau gyvybingo ištvermingumo, negu reliktinė Kaspijos jūros fauna.

Iš tikrųjų daugybė Azovo ir Juodosios bei Kaspijos jūrų faunos lyginamojo pobūdžio eksperimentinių tyrimų parodė, kad kai kurie Azovo ir Juodosios jūrų gyvūnai daug lengviau ištveria druskingumo, deguonies kiekio ir kitų aplinkos veiksnių svyravimus, negu daugelis „kaspijiečių".

Išaiškėjo taip pat, kad Azovo ir Juodosios jūrų fauna yra daug tinkamesnė žuvų maistui svarbiausia dėl to, kad joje gausu jūros daugiašerių žieduotųjų kirmėlių, kurių beveik visiškai nėra Kaspijos jūroje...

Azovo jūroje kirmėlės ir vėžiagyviai sudaro apie ketvirtąją dalį visos gyvūnijos masės, o Kaspijos jūroje — tik vieną dvidešimtąją. Taigi, atsižvelgiant į anksčiau minėtus kaloringumo skirtumus, kaip tik šiuo Azovo ir Kaspijos jūros žuvų maisto bazės skirtumu būtų galima paaiškinti tą reiškinį, kad Azovo jūros žuvys auga daug sparčiau: pavyzdžiui, aštuonmetis Šiaurinės Kaspijos karšis esti 37 cm ilgio, o Azovo jūroje — 43 cm, penkiolikametis Kaspijos erškėtas — 123 cm ilgio, o Azovo — 142 cm, dešimtmetis žvaigždėtasis erškėtas — atitinkamai 114 ir 134 cm ilgio ir t. t.

Išaiškėjo, kad Azovo ir Juodosios jūros erškėtžuvių ir karšių pagrindinis maistas yra būtent jūros žieduotosios kirmėlės, o Kaspijoje, kur jų nėra, šios žuvys turi misti minkštakūniais ir vėžiagyviais.

Be to, sužinota dar viena labai svarbi aplinkybė, būtent, kad Šiaurinėje Kaspijoje yra labai nedaug, palyginti su žuvų kiekiu, maistui tinkančios dugninės faunos. Čia daug didesnė, negu Azovo jūroje, jau nekalbant apie kitas jūras, konkurencija tarp verslinių žuvų dėl maisto išteklių...

Visi pateiktieji faktai ir daugelis kitų, gautų per paskutiniuosius du dešimtmečius, ypač sudomino tyrinėtojus dar ir todėl, kad, ištyrus dugninės faunos kiekį, paaiškėjo, jog Šiaurinėje Kaspijoje vyksta gana rimti pakitimai, kurie neišvengiamai atsilieps ir verslinėms žuvims. Pasirodo, kad nuo 1935 m. dugninė fauna Šiaurinėje Kaspijoje ėmė labai mažėti... ir 1938 m. jos jau buvo 10 kartų mažiau, negu 1935 m. o vėliau jos vėl pradėjo daugėti...

Žieduotoji kirmėlė nereidė: *1* — besiveisianti forma; *2* — normalus individas

...Dėl žymių bentoso kiekio pakitimų Šiaurinėje Kaspijoje atsirado tokie šios jūros režimo pakitimai, kurie buvo pastebėti per paskutiniuosius metus, daugiausia sausringų vasarų laikotarpiu. Sumažėjus upių nuotėkiui, labai nukrito Kaspijos vandens lygis, padidėjo druskingumas, pasikeitė srovių kryptis ir gruntas ir t. t.

Tačiau Kaspijos jūros režimas, ir ne tik Kaspijos, bet ir Azovo bei Aralo jūrų, gali ir ateityje gerokai kisti, o tai būtinai atsilieps jų faunai ir verslinių žuvų ištekliams... Mes turime kištis į gamtą ir ieškoti būdų, kaip ją aktyviai pertvarkyti, nukreipti jos „aklas“ jėgas mūsų liaudies ūkio labui...

Kai kurie Azovo ir Juodosios jūros floros ir faunos atstovai įvairiais būdais, kartais padedant žmogui, o kartais patys, sugebėjo „prasiskverbti“ į Kaspijos jūrą, nors ji šiuo metu neturi jokio ryšio su Azovo jūra. Mums, žinoma, labai svarbu išsiaiškinti, koks jų likimas naujoje gyvenamojoje aplinkoje... Dar praėjusio amžiaus pabaigoje ir šio pradžioje verslininkai bandė perkelti į Kaspiją dvi plekšnių rūšis, austres, o kartu su jomis ir minkštakūnius midijas. Nei austrių, nei midijų dabar Kaspijoje nėra...

Kitų „atvykėlių“ likimas kitoks. Pilietinio karo metu kartu su nedideliais laivais, pergabentas iš Juodosios jūros į Kaspiją, čia pateko ir dvigeldis minkštakūnis Mytilaster. Kaspijoje jis nepaprastai puikiai veisėsi ir dabar čia yra vos ne pats masiškiausias dugninis organizmas. Trečiojo dešimtmečio pradžioje iš Azavo jūros į Kaspiją buvo masiškai pergabentos dvi kefalių rūšys. Tai labai vertingos verslinės žuvys... Abi rūšys naujoje gyvenamojoje vietoje, daugiausia Kaspijos pietinėje dalyje, labai gausiai veisėsi, ir dabar šios žuvys čia yra gana reikšmingas žvejybos objektas...

Taigi visi šie atvejai akivaizdžiai įrodė, kad kai kurie Azovo ir Juodosios jūrų (Viduržemio jūros) organizmai gali puikiai aklimatizuotis Kaspijos jūroje ir dažnai netgi gausiai veistis... Ypač svarbu pasirūpinti Kaspijos jūros verslinių žuvų maisto ištekliais... Norint išspręsti šį uždavinį, reikia atrinkti for-

mas (vadinamąjį aklimatizuojamąjį fondą), kurios atitiktų tokius reikalavimus:

1. Reikia būti tvirtai įsitikinus, kad šios formos galės gyventi ir masiškai daugintis naujomis sąlygomis.

2. Šios formos turi būti vertingas maistas, bent jau ne blogesnis už Kaspijos formas.

3. Gerai įsitikinti, kad naujosios formos bus noriai ėdamas Kaspijos žuvų maistas.

4. Reikia pagal galimybes išvengti, kad tarp naujakurių ir vietinių formų (čiabuvių) neatsirastų konkurencija.

5. Atkylai sekti, kad kartu su aklimatizuojamomis formomis nepatektų į naują gyvenamąją vietą kokių nors pavojingų parazitų.

Kad būtų galima išspręsti visus šiuos klausimus, 1936 m. pradėti plataus masto eksperimentiniai tyrimai, siekiant ištirti minėtais aspektais Azovo ir Juodosios jūrų fauną (ir lygiagrečiai, palyginimui, Kaspijos jūros fauną), ir pagaliau numatyta grupę formų perkelti į Kaspiją, iš jų pirmiausia žieduotąją jūros kirmėlę nereidę...

Biologiniai ir maistiniai išrinktosios kirmėlės rodikliai atitinka visus minėtus reikalavimus. Tai vertingiausias Azovo jūros erškėtžuvių, karšių ir daugelio kitų žuvų maisto objektas...

1939—1941 m. į Kaspiją paleista iš viso apie 65 tūkstančius nereidžių...

Dabar Šiaurinės Kaspijos dugninėje faunoje nereidės pagal bendrą biomasę užima trečiąją vietą po minkštakūnių..., bet kol kas dar gerokai jiems nusileidžia...

Ypač vertinga šios kirmėlių rūšies savybė yra maitinimasis. Ji minta dumblu, kuriame gausu detrito, ir tikriausiai suryja begalę bakterijų, gyvenančių šiame dumble. Šį dumblą Kaspijos jūroje mažai kas vartoja maistui, ir jame glūdinti organinė medžiaga nedalyvauja apytakoje, pamažu nunešama į Kaspijos gelmes ir ten nusėda geologiškai ilgam laikui. Šių nenaudojamų didžiulių išteklių mobilizavimas yra viena vertingiausių viso šio reikalo pusių: masė organinės medžiagos, nusėdusios dumble, iš pradžių virsta nereidžių kūnu, o po to — žuvimis, ir tokiu būdu vandens telkinio potenciniai ištekliai pradeda tarnauti žmogaus labui. Nereidės, misdamos dumblu, gali praryti taip pat ir jame esančius smulkius gyvūnus.

Nereides ėda visos bentosu mintančios Šiaurinės Kaspijos žuvys. Kai kurioms jų, ir visų pirma erškėtui ir žvaigždėtajam erškėtui, nereidės tapo pagrindiniu, o kartais vos ne vieninteliu maistu; jos sudaro didelę karšio ir Kaspijos kuojos raciono dalį. Tose Šiaurinės Kaspijos vietose, kuriose ypač gausu nereidžių, daugiausia yra ir erškėtžuvių. Kai nebuvo nereidžių, erškėtas ir žvaigždėtasis erškėtas mito trūklių lervomis, vėžiagyviais, žuvimi ir minkštakūniais, o dabar daug milijonų centne-

rių šio maisto jos paliko kitoms žuvims, o pačios pradėjo misti daugiausia nereidėmis ir, jeigu netrūksta šių kirmėlių, atsisako beveik nuo bet kurio kito maisto...

Nereidžių aklimatizacijos Kaspijos jūroje rezultatai — tai tik pirmasis sėkmingas bandymas, kuris atveria plačius horizontus Kaspijos ir Aralo jūrų mitybinei bazei rekonstruoti. Artimiausiais metais bus toliau gilinami ir plečiami darbai, kurių tikslas — pertvarkyti mūsų pietinių jūrų fauną. Žuvies ūkio organizacijos jau įgyvendina plataus masto tolimesnių pertvarkymų planą.

Л. А. Зенкевич. Моря СССР, их фауна и флора. М., Учпедгиз, 1956, p. 359—366.

8. Biosfera ir žmogus

Kas tai yra biosfera

Žemės vaizdas

Savitas, vienintelis toks, skirtingas ir nepasikartojantis tarp kitų dangaus kūnų mums atrodo Žemės vaizdas — jos vaizdas iš kosmoso, iš išorės, iš šalies, iš beribės dangaus erdvės tolių.

Žemės vaizde išryškėja mūsų planetos paviršius, jos biosfera, jos išorinė sritis, skirianti ją nuo kosminės aplinkos...

...Kosminiai spinduliai — tai amžinai ir be paliovos krintantis į Žemę galingų jėgų srautas, kuris planetos dalims, besiribojančioms su kosmine erdve, suteikia visiškai kitą, naują pobūdį.

Dėl kosminio spinduliavimo visa biosfera įgyja naujas, Žemės medžiagai neįprastas ir nebūdingas savybes, ir kosminėje aplinkoje atsispindintis Žemės vaizdas atskleidžia naują, kosmoso jėgų pakeistą Žemės paviršiaus paveikslą.

Jų dėka biosferos medžiaga yra pripildyta energijos; ji tampa aktyvi, sukaupia ir paskirsto biosferoje spindulių pavidalu gautą energiją, kol galiausiai Žemės paviršiuje paverčia ją laisva energija, galinčia atlikti darbą.

Taigi jų sudaryta Žemės paviršiaus pluta negali būti laikoma tik medžiagos sritimi; tai energijos sritis, išorinių kosminių planetos kitimo jėgų šaltinis.

Žemės vaizdas jų yra keičiamas, žymia dalimi jų ir sudaromas. Jis nėra tik mūsų planetos atvaizdas, jos medžiagos ir jos energijos išraiška — jis kartu yra ir išorinių kosmoso jėgų kūrinys.

Dėl to biosferos istorija labai skiriasi nuo kitų planetos dalių istorijos, ir jos reikšmė planetos mechanizme yra nepaprasta. Ji tiek pat, jei ne daugiau, yra Saulės kūrinys, kaip ir Žemėje vykstančių procesų padarinys.

В. И. Вернадский. Избр. соч. Т. V. М., Изд-во АН СССР. 1960. p. 9, 10, 11.

Biosferos ribos

Žemę gaubia trys sferos: dujinė (atmosfera), skysta (hidrosfera) ir kieta (litosfera).

Dabar moksle įsigalėjo dar nauja biosferos sąvoka. Tikrasis šios sąvokos kūrėjas, daug pasidarbavęs ją plėtodamas, buvo

rusų akademikas V. Vernadskis. Pirmiausia šią sąvoką bandė suformuluoti Lamarkas, o praslinkus septyniems—dešimčiai metų, geologas Ziusas ją ėmė taikyti geologijoje. Pagal Vernadskį, biosfera vadinamos tos trijų anksčiau minėtų Žemės sferų dalys, kuriose gyvena gyvosios būtybės. Kadangi šių trijų mineralinių sferų fizinės ir cheminės savybės yra skirtingos, todėl labai skiriasi ir organizmų gyvenimo jose sąlygos.

Kai kurie organizmai (bakterijos) litosferoje prasiskverbia daugiausia šuliniais, plyšiais, šachtomis į kelių kilometrų gylį. Aptikta ištisa grupė bakterijų, gyvenančių natūralioje naftoje. Tačiau visi šie organizmai nesudaro tankių gyvenviečių ir iš dalies tėra tik antrinis atspindys to audringo gyvenimo, kuris vyksta sausumos paviršiuje, ten, kur susieina kieta, skysta ir dujinė Žemės sferos ir kur augalinės kilmės organizmai — organinės medžiagos producentai — randa tinkamas gyvenimo sąlygas. Didelė dauguma organizmų, viršutinio litosferos sluoksnio gyventojų, pasiskirstė kelių metrų, o daugiausia kelių dešimčių centimetrų sluoksnyje. Žaliųjų augalų gyvenimas neįmanomas be šviesos, o saulės spinduliai gali prasiskverbti tik į patį viršutinį žemės sluoksnį.

Kaip žinoma, daugelis organizmų prasiskverbia į atmosferą. Paukščiai ir vabzdžiai sugeba skraidyti. Smulkūs organizmai, ypač vienaląsčiai gyvūnai ir augalai cistų arba sporų pavidalu, gali būti vėjo ir kylančių oro srovių nunešti į šimtų ir tūkstančių metrų aukštį nuo Žemės paviršiaus.

Tačiau nė vienas organizmas nėra prisitaikęs gyventi vien tik ore. Aeroplanktono arba aeronektono nėra. Organizmai, kuriuos randame atmosferoje pakilusius nuo Žemės, ore būna tik laikinai, visais pagrindiniais gyvybiniais poreikiais jie yra susiję su kietu jos paviršiumi. Organizmai negali ištisai būti ore, čia jiems nepakanka atramos, nes atmosferos tankis nedidelis.

Tik hidrosferoje, ypač jūrose ir vandenynuose, gyvybė yra paplitusi faktiškai iki pat dugno, nors gana tirštai gyvenamas sluoksnis siekia tik kelis šimtus metrų. Gilesniuose hidrosferos sluoksniuose gyvybė yra praretėjusi. Vanduo gyvybės vystymuisi teikia ypač daug pranašumų. Vanduo skaidrus, todėl pro jį gali prasiskverbti saulės spinduliai, taigi ir vystytis žalieji augalai, iki kelių dešimčių (o kartais ir iki dviejų šimtų) metrų gylio.. Vandens mechaninės savybės yra tokios, kad organizmai jame gali laisvai kyboti, nes daugumos jūros gyvūnų ir augalų tankis yra beveik toks pat, kaip ir vandens. Be to, judriems organizmams vanduo — patogi judėjimui terpė. Vandenyje labai puikiai tirpsta įvairiausios medžiagos. Ir galiausiai vandens nepaprastai didelis šiluminis talpumas. Vandenyje gyvenantys organizmai gauna iš jų aplinkoje esančio vandens ir organinio, ir mineralinio maisto, o augalai, be šių medžiagų,— dar ir šviesos.

Taigi biosferoje galime išskirti jos inertišką aplinką — mineralinius kūnus ir jos gyvąją medžiagą — joje gyvenančių or-

ganizmų visumą. Mineralinė aplinka nuolat veikiama gyvų organizmų, kurie perdirba ir pakeičia jos fizines ir chemines savybes. Saulė yra pagrindinis gyvų organizmų energijos šaltinis. „Jos šiluminė, šviesos ir cheminė energija kartu su cheminiuose elementuose slypinčia energija yra pirminis šaltinis gyvajai medžiagai formuotis“,— sako Vernadskis. Be gyvųjų ir inertiškų kūnų, Vernadskis skiria dar ir bioinertiškus kūnus, sudarytus iš inertiškų kūnų ir gyvų organizmų gyvybinės veiklos produktų. Vanduo ir dirvožemis — tai bioinertiški kūnai. Ir čia atsiranda pagrindinė jų savybė — nepaliaujamai gaminti naujus gyvus organizmus.

Л. А. Зенкевич. Моря СССР, их фауна и флора. М., Учпедгиз, 1956, p. 44—45.

Pasikeitimai biosferoje

Pasikeitimai biosferoje iš tikrųjų milžiniški. Jie neaplenkė nė vienos Žemės rutulio sferos (atmosferos, hidrosferos ir litosferos). Pasikeitė atmosferos chemizmas ir fizinis būvis, atsirado gausybė laisvojo deguonies, ir susidarė ozono ekranas; dabartinis klimatas, V. Viljamso (1948) nuomone, yra vyraujančios augalų formacijos vienoje gamtinėje zonoje funkcija.

Kadangi gyvosios būtybės sugeba išskirti, pakeisti, perkelti iš vienos vietos į kitą ir krauti atsargai įvairias medžiagas, iš dalies šiuo atveju iškrintančias iš biogeninės apytakos, nes jos kaupiasi negyvų organizmų liekanų kaustobiolitų (sapropelių, durpių, akmens anglies, dumblo, klinčių, naftos, dujų ir kt.) pavidalu, pakito hidrosferos fizinės savybės ir jos chemizmas...

Pagrindinis organizmų vaidmuo biosferoje pasireiškia tik per jų bendrijas — sistemas, kurias sudaro skirtingos biologinio tipo (augalų, gyvūnų, žemesniųjų grybų, bakterijų ir virusų) viena su kita susijusios rūšys, kurių metabolizmas yra atskiros medžiagų apytakos grandys. O atskirų organizmų (individų) arba vienos rūšies populiacijų santykiai su aplinka yra aiškiai prieštaringi, nes maisto medžiagų naudojimas ir metabolizmo produktų išskyrimas išsekina bei užteršia aplinką, todėl reikalinga priešingos krypties organizmų veikla, kad gyvybė čia galėtų nuolatos egzistuoti.

Н. П. Наумов. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963, p. 50.

Biosferos vaidmuo

...Iš tikrųjų į biosferą galima žiūrėti kaip į žemės plutos sritį, pripildytą transformatorių, paverčiančių kosminius spindulius veiksminga Žemės energija — elektros, chemine, mechanine, šilumine ir t. t.

Kosminiai spinduliai, sklindantys nuo visų dangaus kūnų, srūva į biosferą, persmelkia ją ir visa tai, kas joje yra.

Mes juntame ir suvokiame tik labai mažą tų spindulių dalį, ir iš jų tyrėme beveik vien tik Saulės spindulius.

Tačiau žinome, kad esama ir kitų bangų, einančių į biosferą nuo kitų kosmoso dalių. Pavyzdžiui, žvaigždės ir ūkai be perstojo siunčia į mūsų planetą šviesos spindulius...

Jų apskaita ir suvokimas — ateities reikalas. Tačiau, be abejonės, kad ne jie, o Saulės spinduliai nulemia pagrindinius biosferos mechanizmo bruožus. Saulės spindulių įtaka Žemėje vykstantiems procesams jau pakankamai ištirta, kad būtų galima susidaryti pirmąjį, tačiau tikslų ir gilų supratimą, kad biosfera yra Žemės ir kosmoso mechanizmas. Saulė iš esmės pakeitė Žemės vaizdą, persmelkė ir aprėpė biosferą. Biosfera didele dalimi yra Saulės spinduliavimo darinys; ji sudaro planetos mechanizmą, kuris Saulės spindulius paverčia naujomis įvairiausiomis Žemės laisvosios energijos formomis, o ši energija iš esmės keičia mūsų planetos istoriją ir likimą.

...Ultravioletiniai ir infraraudonieji Saulės spinduliai biosferos cheminius procesus veikia tik netiesiogiai. Ne jie yra pagrindinis jos energijos šaltinis. Tą cheminę biosferos energiją, jos veiksmingąją formą iš Saulės spindulių energijos gamina gyvųjų Žemės organizmų visuma — jos gyvoji medžiaga. Fotosintezės būdu, naudodama Saulės spindulius, ji sukuria biosferoje begalinę daugybę naujų cheminių junginių — daugelį milijonų įvairių atomų derinių, ji be paliovos protui nesuvokiamu greičiu apdengia ją storu sluoksniu molekulinių sistemų, nepaprastai lengvai duodančių naujus junginius, turinčius daug laisvosios energijos biosferos termodinaminiame lauke, jame nepastovius ir nenukrypstamai pereinančius į naujas pastovias pusiausvyros formas... Tačiau fotosintezė, tokia, kokią ją matome biosferoje, yra susijusi su tam tikrais labai sudėtingais mechanizmais, kuriuos ji pati ir sukuria, kai aplinkoje susidaro sąlygos tuo pačiu laiku ir sugerti, ir perdirbti ultravioletinius bei infraraudonuosius Saulės spindulius...

Tokiu būdu susidarę energijos virsmo mechanizmai — gyvieji organizmai — yra saviti dariniai, labai skirtingi nuo visų atominių, joninių arba molekulinių sistemų, kurios kuria Žemės plutos, nepriklausančios biosferai, materiją, taip pat dalį biosferos medžiagos.

Biosferoje visada esama tokių sąlygų, kurios leidžia šviesos spinduliui pakeliui į Žemę susitikti su žaliuoju augalu — šiuo energijos, kurią neša spindulys, transformatoriumi.

Galima tvirtinti, kad toks energijos virsmas normaliai vyks su kiekvienu saulės spinduliu, ir šį energijos virsmą galima laikyti gyvosios medžiagos savybe, jos funkcija biosferoje.

В. И. Вернадский, Избр. соч. Т. V. М., Изд-во АН СССР, 1960, p. 14, 16, 23.

Biosferos gyvybė

...Biosfera — vienintelė gyvenama Žemės plutos sritis. Tik joje, ploname išoriniame mūsų planetos sluoksnyje, susitelkusi gyvybė; joje gyvena visi organizmai, visada ryškiai ir aiškiai atsiriboję nuo juos supančios inertiškos materijos.

Gyvas organizmas niekada nesusidaro joje. Jis, mirdamas, gyvendamas ir irdamas, atiduoda jai savo atomus ir nuolatos ima juos iš jos, tačiau gyvybinga gyvoji medžiaga visada atsiranda tik iš gyvos.

Gyvybė yra sukaupusi didelę dalį atomų, kurie sudaro Žemės paviršiaus materiją. Jos veikiami, šie atomai be perstojo, intensyviai juda. Iš jų visą laiką susidaro milijonai įvairiausių jungi-nių. Ir šis procesas be pertrūkio vyksta dešimtis milijonų metų, nuo seniausių archeozoinių erų iki mūsų dienų, bendrais bruožais nepakitęs.

Žemės paviršiuje nėra pastoviau veikiančios, o todėl ir galingesnės savo galutinėmis pasekmėmis cheminės jėgos už gyvuosius organizmus, jų visumą. Ir juo labiau ištiriame biosferoje vykstančius cheminius reiškinius, juo labiau įsitikiname, kad joje nėra tokių reiškinių, kurie nepriklausytų nuo gyvybės. Ir taip buvo per visą geologinę istoriją.

Ten pat, p. 20—21.

Gyvieji organizmai — tai biosferos funkcija, jie glaudžiausiai su ja susiję materialiai ir energetiškai, tai didžiulė ją nulemianti geologinė jėga... Norint tuo įsitikinti, į gyvuosius organizmus reikia žiūrėti kaip į vientisą vienetą. Tokiu atveju organizmai sudarys gyvąją medžiagą, t. y. tuo momentu gyvenančių visų gyvųjų organizmų visumą, kurią kiekybiškai galima išreikšti elementaria chemine sudėtimi, mase, energija. Su aplinka ją sieja biogeninė atomų srovė: jos kvėpavimas, maitinimasis ir dauginimasis.

Tokio pobūdžio gyvybės reiškinius tiria biogeochemija... jie pasireiškia kaip milžiniškas geologinis procesas, kaip planetinio pobūdžio geologinė jėga.

Pagrindinis lemiamas išeities taškas jiems yra astronominė planetos padėtis — jos atstumas nuo Saulės ir jos ašies pasvirimo ekliptikos atžvilgiu kampas. Į šiuos astronominius elementus kol kas galime žiūrėti kaip į konstantas. Jie nesikeitė per visą geologinį laiką, bent jau daugiau kaip per du milijardus metų, kaip tai tiksliai yra nustatyta... Kol kas nėra jokių duomenų, kad dabartinė padėtis kada nors per visą geologinį laiką būtų buvusi kitokia.

Nurodyti astronominiai Žemės elementai nulemia klimatą, o nuo klimato priklauso gyvybė, dengianti mūsų planetą. Metinis ciklas — pilnas Žemės apsisukimas aplink Saulę — yra ne tik mū-

sų laiko (ir geologinio) matas, bet ir natūralus gyvybinio ciklo planetoje matas. Gyvybinis ciklas susijęs su cheminių elementų apytaka, kuri, kaip toliau matysime, kuria Žemės atmosferą (troposferą), be paliovos dėsningai išskirdama į ją gyvybinių procesų dujas — O_2, N_2, CO_2, H_2O... ir t. t. ...

Planetinis Žemės pobūdis ryškiausias yra biosferoje.

Gyvosios medžiagos spaudimas yra viena galingiausių mums žinomų geologinių jėgų... Gyvybė yra Saulės spindulio padarinys, kaip tai labai aiškiai ir giliai pirmasis nustatė R. Majeris (1814—1878)...

Gyvybė savo aplinkoje susikuria savo gyvenimui tinkamas sąlygas.

...Visus gyvuosius organizmus, milijardais išsibarsčiusius po biosferą, susieja vanduo, betarpiškai arba per kvėpavimą, jų masė turi nuo kelių procentų (sėklos ir sporos) iki 99,7% vandens, jeigu ne daugiau... Ir tai visur, ir vandenyne bei kituose vandens telkiniuose, ir sausumoje.

В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965, p. 52—53, 54, 223.

...Žaliosios gyvosios medžiagos savybė pasklisti po biosferą dauginantis — tai vienas būdingiausių ir svarbiausių žemės plutos mechanizmo pasireiškimų. Jis yra bendras visoms gyvoms būtybėms, turinčioms chlorofilo arba neturinčioms jo, jis — būdingiausias ir svarbiausias visos gyvybės pasireiškimas biosferoje, tai esminis to, kas gyva ir negyva, skirtumas, tai ta forma, kurią įgyja gyvybės energija, apėmusi visą biosferos erdvę...

...Šis gyvųjų organizmų judėjimas dauginantis, vykstantis biosferoje nepaprastu ir pastoviu matematišku tikslumu, yra būdingiausias ir svarbiausias savo efektais jos mechanizmo bruožas. Jis vyksta žemės paviršiuje — sausumoje, jis prasiskverbia į visus vandens telkinius, taip pat ir į hidrosferą, jis matomas kiekviename žingsnyje troposferoje; įsikūnijęs parazituose, jis apima visas kitas gyvąsias būtybes, jis vyksta pačioje gyvojoje medžiagoje.

Tarp organizmų biosferoje vyksta aršiausia kova dėl būvio — ne tiktai dėl maisto, bet ir dėl reikalingų dujų, ir ši pastaroji kova yra svarbesnė, nes ji normuoja dauginimąsi.

...Viena svarbiausių gyvybės pasireiškimo formų, turinti didžiulę reikšmę biosferoje..., yra organizmų dujinė apykaita su jų dujine aplinka. Dar A. Lavuazjė vieną dujinės apykaitos formų teisingai vadino degimu. Šitaip daugybė anglies, vandenilio ir deguonies atomų nuolat išeina iš gyvybės verpetų ir vėl įeina į juos.

В. И. Вернадский. Избр. соч. Т. V. М., Изд-во АН СССР, 1960, p. 24—25, 35, 48.

Organizmų paplitimas biosferoje

Negalima tvirtinti, kad žalioji gyvoji medžiaga mase yra gausiausia visame Žemės paviršiuje, bet tikriausiai ji vyrauja sausumoje. Paprastai manoma, kad vandenyne gausumu — mase — vyrauja gyvūnai. Tačiau, jeigu gyvūnai — heterotrofai — galiausiai ir vyrauja visoje gyvosios medžiagos masėje, tai šis perviršis negali būti labai didelis...

...Šio žaliojo saulės energijos transformatoriaus sausumoje ir jūroje sandara labai skirtinga. Sausumoje vyrauja žolinė žiedinė augalija, sumedėję augalai taip pat sudaro žymią, gal nedaug mažesnę dalį; žalieji dumbliai ir kiti bežiedžiai, ypač protistai, nuo jų labai atsilieka. Vandenyne vyrauja vienaląsčiai mikroskopiniai žalieji organizmai; žolės... ir dideli dumbliai tesudaro nedidelę augalijos masės dalį; jie susibūrę prie krantų ir seklesnėse vietose, kur prasiskverbia saulės spinduliai; plūduriuojančios jų sankaupos, kaip sargasinių dumblių Atlanto vandenyne, tai maža dalelė neaprėpiamose jūrų platybėse.

Žalieji metafitai vyrauja sausumoje; iš jų greičiausiai dauginasi — pasižymi didžiausia geochemine energija — žolės. Sumedėjusi augalija, matyt, gyvybę perduoda mažesniu greičiu. Žalieji protistai vyrauja vandenyne...

Žalieji vandenyno protistai yra svarbiausi saulės šviesos energijos transformatoriai į mūsų planetos cheminę energiją.

...Biosferos ribos priklauso pirmiausia nuo gyvybės egzistavimo lauko. Gyvybė gali reikštis tik tam tikroje aplinkoje, tam tikromis fizinėmis ir cheminėmis sąlygomis. Būtent tokia aplinka ir yra biosfera...

...Gyvųjų organizmų egzistavimo laukas priklauso ne tik nuo fizinių ir cheminių jų medžiagos savybių, jų aplinkos pobūdžio ir savybių, organizmo prisitaikymo prie šių sąlygų. Ypač būdingos ir svarbios jiems yra kvėpavimo ir maitinimosi sąlygos, t. y. aktyvus gyvenimui reikalingų medžiagų pasirinkimas...

Organizmų maitinimosi ir kvėpavimo reiškinių pagrindinis elementas yra šaltinis, iš kurio organizmai ima gyvenimui reikalingas medžiagas.

Ten pat, p. 37, 63—64.

Hidrosfera

...Gyvybės reiškiniai hidrosferoje, nors ir atrodo chaotiški, iš tikrųjų turi įprastinius bruožus, kurie išliko nepakitę per visą geologinę istoriją, pradedant archeozojumi. Į juos turime žiūrėti kaip į pastovius, nuolat egzistuojančius ir iš esmės nepasikeitusius ne tik biosferos, bet visos Žemės plutos mechanizmo bruožus.

Visais geologiniais periodais jie esti tam tikrose hidrosferos vietose, nors ir gyvybė, ir vandenynas nuolat kinta.

Šį hidrosferos mechanizmą galima apibūdinti vienodai per visą geologinį laiką.

Jos tyrimo pagrindas turi būti gyvybės tankis — labiausiai apgyvendintų sričių išskyrimas. Vandenyne visada galima išskirti tokias sritis, kurias toliau vadinsiu gyvybės plėvėmis ir sankaupomis.

Jas galima laikyti smulkesniais padaliniais tos Žemės sferos, kuri vadinama hidrosfera, nes jos yra ištisinės koncentrinės pastarosios sritys arba gali būti tokios kai kuriais geologinės istorijos periodais. Gyvybės plėvės ir sankaupos, matyt, sudaro vandenyne intensyviausiai transformuojančias saulės energiją sritis. Atsižvelgiant į jas ir jose turi būti tiriami visi vandenyno gyvenimo reiškiniai, jeigu norime juos aprėpti pasireiškiančius planetos istorijoje. Tik esant šiai sąlygai, galima išaiškinti geocheminį gyvybės efektą hidrosferoje...

Pasaulio vandenynas negaubia ištisai mūsų planetos; jis užima tik apie 71,4% jos paviršiaus. Vidutinis jo gylis yra apie 3,8 km, o jeigu atmestume seklesnes jūras — žemyno pakrančių sritis, ne mažiau kaip 4 km, šis storesnis vandens sluoksnis dengia ne mažiau kaip 65% Žemės paviršiaus.

Šie skaičiai rodo, kad Pasaulio vandenynas yra tarytum atskira vandeninė planetos sfera — hidrosfera.

Ten pat, p. 83, 161.

Gyvosios sausumos medžiagos

...Visiškai kitaip, negu hidrosfera, atrodo sausuma. Iš tikrųjų čia tėra viena gyvoji plėvė — tai dirvožemis ir jame gyvenanti fauna ir flora.

Tačiau iš šios vieningos, gyvybės kupinos plėvės Žemės paviršiuje reikia išskirti dar vandenyje susikaupusią gyvąją medžiagą — vandens telkinius, kurie ir biocheminiu, ir net grynai biologiniu požiūriu labai skiriasi nuo sausumos; o geologinis jų efektas yra visiškai kitoks.

Gyvybė beveik ištisine plėve dengia sausumą; jos randame ir didžiuliuose ledynuose bei sniegynuose, dykumoje, aukštai kalnuose. Vargu ar galima kalbėti apie negyvenamas sausumos sritis, galima kalbėti tik apie laikiną apmirimą, apie gyvybės išretėjimą. Vienokia ar kitokia forma gyvybė pasireiškia visur. Gyvybės išretėjimai, sausumos plotai, kuriuose gyvybės maža, dykumos, ledynai, sniegynai, sniegu apdengti kalnai iš viso kažin ar sudaro 10% jos paviršiaus. Visas kitas sausumos paviršius yra gyvybės plėvė.

...Ši plėvė yra labai plona; ištisinių miškų plotuose jos aukštis yra ne daugiau kaip kelios dešimtys metrų virš Žemės paviršiaus; laukuose ir stepėse ji siekia tik kelis metrus.

Aukščiausi medžiai yra pusiaujo srityse, todėl miškai ten sudaro 40—50 m aukščio gyvybės plėvę.

Ten pat, p. 96—97.

Noosfera

Tai, kad biosfera virsta noosfera..., rodo, kad mūsų planetos istorijoje prasidėjo nauja geologinė era — antropogeninė era...

...Noosfera yra naujas geologinis reiškinys mūsų planetoje. Joje pirmą kartą žmogus tampa didžiausia geologine jėga. Jis gali ir turi savo darbu ir mintimi pertvarkyti tą aplinką, kurioje gyvena, pertvarkyti iš pagrindų tai, kas buvo prieš jį. Jam atsiveria vis platesnės ir platesnės kūrybinės galimybės...

...Noosfera — tai paskutinė iš daugelio geologinėje istorijoje buvusių biosferos evoliucijos būsenų — mūsų dienų būsena. Šio proceso eiga pradeda aiškėti tik dabar, betiriant kai kuriais aspektais biosferos geologinę praeitį.

Pateiksiu keletą pavyzdžių. Prieš penkis šimtus milijonų metų, kambro geologiniame periode, pirmą kartą biosferoje pasirodė daug kalcio turintys gyvūnų griaučių dariniai, o augalų — daugiau kaip prieš du milijardus metų. Ši gyvosios medžiagos kalcio funkcija, dabar labai išsivysčiusi,— buvo viena svarbiausių biosferos geologinio kitimo evoliucijos stadijų...

Ne mažiau svarbūs biosferos pakitimai įvyko prieš 70—110 milijonų metų, kreidos periode ir ypač terciare. Šioje epochoje pirmą kartą biosferoje susidarė mūsiškiai, visiems mums mieli ir artimi žalieji miškai. Tai kita ryški evoliucijos stadija, analogiška noosferai. Tikriausiai šiuose miškuose prieš 15—20 milijonų metų evoliucijos būdu atsirado žmogus.

Dabar pergyvename naują biosferos geologinį evoliucinį kitimą. Mes žengiame į noosferą.

В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965, p. 60, 328—329.

Technika mokosi iš gamtos

Bionika (graikiškai „bios“— gyvybė ir „bion“— gyvybės elementas) tiria, kaip pritaikyti technikoje biologinius dėsningumus, kad būtų galima padidinti techninių sistemų, mašinų ir prietaisų kokybę ir praplėsti jų galimybes.

Biologijos ir technikos mokslų sandūroje atsirado dar vienas mokslas — tai biologinė elektronika (galbūt geriau šį mokslą

vadinti biologine technika — biotechnika), kuri tiria, kaip būtų galima panaudoti technines sistemas, pirmiausia matavimo ir radioelektroninius prietaisus, įrengimus ir mašinas biologinių procesų esmei išaiškinti...

Vienas teigiamų bionikos bruožų yra tai, kad, norint pritaikyti jos pasiekimus žmogaus darbinės veiklos srityje, visuomenėje ir technikoje, reikia tiksliai žinoti, kaip sudaryta gyvoji gamta ir kaip ji funkcionuoja. Deja, kadangi organizmų struktūra, juose vykstantys procesai ir daugybės elementų sąveika yra sudėtingi, mūsų žinios apie gyvąją gamtą menkos. Techninės priemonės informacijai apie gyvąją gamtą rinkti ir tirti yra nepaprastai primityvios ir visiškai neatitinka vykstančių procesų sudėtingumo.

Bionika tikriausiai padės geriau suprasti šiuos sudėtingus procesus ir bus naudinga biologijai, fiziologijai ir medicinai.

«Бионика». отв. ред. М. Г. Гаазе-Рапопорт, В. Э. Якоби. М., «Наука», 1965, p. 3, 4.

Kai kurių gyvūnų nepaprastų sugebėjimų imitavimas — viena naujausių žmogaus siekimo patobulinti pasaulį krypčių. Visiškai galimas daiktas, kad daugelio žmogaus veiklos sričių (pavyzdžiui, kosmoso įsavinimo, jūreivystės, naujų, tobulesnių skaičiavimo prietaisų gamybos) sėkmė priklausys nuo tokių gyvūnų, kaip šikšnosparniai, varlės, delfinai ir drugiai. Šie gyvūnai turi pačius tobuliausius navigacijos, lokacijos, informacijos saugojimo „prietaisus", kurie kada nors buvo žinomi žmogui. Visa tai, kas buvo žmogaus sukurta, nublanksta prieš tuos efektyvius ir kompaktiškus „įtaisus", kuriais aprūpinti gyvūnų sparnai, kojos arba pelekai. Mokslininkai ir inžinieriai, tirdami gyvūnų tokių sistemų veiklą, tikisi suprojektuoti ir sukurti daug tobulesnius (palyginti su dabartiniais) prietaisus ir mechanizmus...

Trumpa bionikos mokslo istorija prasideda apie 1951 metus, nors šis terminas oficialiai buvo „įteisintas" tik pirmajame kongrese bionikos klausimais, vykusiame 1960 metais. 1951 metais JAV karinės jūrų ministerijos mokslinio tyrimo skyrius pradėjo tyrinėti gyvus organizmus kaip biologinius modelius, tikėdamasis surasti kokius nors naujus principus laivyno mechaninėms ir elektroninėms sistemoms sukurti. Ši pirmoji programa, paprastai vadinama biologinės orientacijos tyrimais, yra vykdoma iki šiol.

В. Мартека Бионика. М., «Мир», 1967, p. 7—10.

Bionikos laimėjimai

Mes dažnai didžiuojamės šiuolaikinio mokslo ir technikos pasiekimais. Ir tam yra rimtas pagrindas. Tačiau kai kurių didžiausių mūsų rezultatų lyginimas su tuo, kas pasiekta gyvų organizmų ilgalaikio prisitaikymo ir atrankos eigoje, verčia mus būti daug kuklesniais. Pateiksiu kelis pavyzdžius.

Temperatūros pakitimą keliais laipsniais mūsų jutimo organai sunkiai skiria. Barškuolė įdubime tarp šnervių ir akių turi jutimo organą, kuris yra jautrus infraraudoniesiems spinduliams ir gali pajusti temperatūrų skirtumą, lygų 0,001°. Šis organas padeda gyvatei surasti auką visiškoje tamsoje.

Šikšnosparniai... sugeba visiškoje tamsoje manevruoti tarp ištemptų laidų arba kitų kliuvinių. Specialiais bandymais buvo nustatyta, kad jie išspinduliuoja trumpalaikiais impulsais labai aukštus garsus (ultragarsinio dažnio) ir pagal aido sugrįžimo laiką neklysdami aplenkia kliūtis. Vėliau buvo nustatyta, kad tokiu pat būdu jie suranda ir mėgiamą maistą — tam tikrą kandžių rūšį. Tačiau įdomiausia yra tai, kad šios kandies klausos organas pagauna nuo 10 iki 100 Hz dažnio garso bangas ir leidžia pajusti besiartinant šikšnosparnį jau 30 m atstumu. Šis kandies organas yra toks tobulas savo jautrumu ir specifiškumu, kad pagauna kaip tik tuos ultragarsinius signalus, kuriuos šikšnosparnis siunčia, skraidydamas tamsoje bemedžiodamas kandį. Norint gauti šiuos rezultatus, prie nervų, einančių nuo kandies klausos organo, prireikė prijungti miniatiūrinius elektrodus, kurie „klausos organo landoje" pagaudavo elektrinius signalus, trunkančius milisekundes. Signalai buvo įrašomi magnetofono juostoje ir analizuojami dėl to, kad būtų galima išsiaiškinti, kiek informacijos gauna kandis apie šikšnosparnio judėjimą. Šie gyvosios gamtos pasiekimai daug didesni už tuos, kuriuos esame pasiekę echolotų, ultragarsinių lokatorių, defektoskopų ir netgi radiolokacijos srityje...

Vienas pirmųjų realių bionikos rezultatų yra girotrono — prietaiso, naudojamo vietoj giroskopo skraidantiems aparatams stabilizuoti,— sukūrimas. Tyrinėjant kai kuriuos vabzdžius (drugius, vabalus), pasirodė, kad jie turi segtuko pavidalo antenas, kurios skrendant svyruoja horizontaliojoje plokštumoje. Vabzdžio kūnui pakrypus, antenų galiukai ir toliau svyruoja toje pačioje plokštumoje, todėl antenų pagrinde atsiranda mechaninis įtempimas, veikiantis čia esančias nervines ląsteles. Nervų sistema perduoda nuo jų einančius signalus į kūno organus, kurie nustato taisyklingą jo padėtį skrendant. Techninis modelis — girotronas — tai kamertonas, kurio kojeles priverčia svyruoti elektrinis magnetas, maitinamas kintamąja srove. Pasisukus pagrindui, ant kurio pritvirtintas kamertonas, kojelių apatinėje dalyje atsiranda mechaninis momentas. Jautrus daviklis siunčia signalus priklausomai nuo pagrindo pasisukimo kampo.

Girotronai praktiškai naudojami skraidymo aparatuose; jie toliau tobulinami, siekiant padidinti jų jautrumą, eksploatavimo trukmę, sumažinti gabaritus ir t. t.

Kitas pavyzdys — tai matuojamojo prietaiso lėktuvo greičiui Žemės atžvilgiu matuoti sukūrimas pagal analogiją su facetine vabzdžių akies sandara. Šiuo atveju tam tikras taškas Žemės paviršiuje yra fiksuojamas iš pradžių viename, o po to kitame im-

tuve, įtaisytuose dviejų vamzdelių, vertikalioje plokštumoje sudarančių tam tikrą kampą, pagrinde. Žinant laikotarpį tarp pasirinkto taško pasirodymo pirmame ir antrame imtuvuose ir aukštį virš Žemės paviršiaus, lengva nustatyti lėktuvo greitį Žemės atžvilgiu.

Hipotezė apie paukščių ir vabzdžių orientavimąsi pagal poliarizuojamus saulės spindulius įgalino sukurti saulės kompasą, kuris leidžia orientuotis pagal saulę debesuotą dieną...

Dabar galima nurodyti daugelį darbų, kuriant technines sistemas pagal biologinius principus. Tokios yra „besimokančios" mašinos, kuriose išeinantys signalai gaunami, „mokymosi" metu vienaip ar kitaip lyginant išeinančius signalus su įeinančiais, taip pat „adaptacinės" mašinos, turinčios savybę pritaikyti savo charakteristikas prie aplinkos sąlygų, ir vadinamosios „neišmokstančios" mašinos, naudojančios kai kuriuos suvokimo organų funkcionavimo principus...

Bionikos srityje, susijusioje su bioenergetinėmis ir biomechaninėmis problemomis, kol kas padaryta palyginti nedaug. Įdomiausi čia yra delfinų odos dangų sandaros ir hidrodinaminių savybių tyrimai ir šių tyrimų rezultatų panaudojimas, kuriant povandeniniams laivams specialias dangas, gerokai sumažinančias jų hidrodinaminį pasipriešinimą. Tai leidžia tais pačiais pajėgumais pasiekti didesnį judėjimo greitį. Kitas įdomus rezultatas yra bandymas panaudoti kai kurias mikroorganizmų rūšis elektros srovės šaltiniams kurti. Tokie biogalvaninių elementų pavyzdžiai jau pagaminti, tačiau kol kas jie turi tik grynai mokslinę reikšmę...

Tačiau tokiais atvejais reikia gerai įsisąmoninti, kad nereikia aklai kopijuoti tų konstrukcinių schemų ir mechanizmų, kuriuos sukūrė biologinės sistemos evoliucinio vystymosi eigoje, o išaiškinti tuos struktūros susidarymo principus, nustatyti svarbiausius funkcinius priklausomumus, prisitaikymo, išsaugojimo ir atsinaujinimo būdus, kurių dėka biologinės sistemos, egzistuojančios sudėtingomis sąlygomis, gali būti labai lanksčios ir gajos. Pagrįstai galima galvoti, jog visu tuo, ką per daugelį milijonų metų, evoliucionuojant biologinėms sistemoms, sukūrė ir ištobulino gamta, reikia daugiau domėtis, kad būtų galima pažinti ir panaudoti techninėms sistemoms toliau tobulinti...

Iš tikrųjų biologinių sistemų bent kiek ilgiau trunkanti normali gyvybinė veikla yra galima tik palyginti siaurose temperatūros (maždaug nuo 0° iki 70°), slėgio (nuo 0,7 iki 2,5—3,0 kg/cm^2), aplinkos sudėties, radioaktyvaus spinduliavimo veikimo ribose. O dabartinėje technikoje sistemas tenka naudoti beveik nuo —237° iki 10 000° ir aukštesnėje temperatūroje, nuo 10^{-10} iki 10^5 atm. slėgyje, plačiose ribose kintant aplinkos sudėčiai, įvairių fizinių laukų intensyvumui ir radiaciniam spinduliavimui.

Šiuolaikinė technika negali tenkintis ir tais darbo procesų greičiais, kurie pastebimi biologinėse sistemose. Neuronui pereiti

iš nesužadintos į sužadintą (darbinę) būseną reikia 0,01—0,10 sekundės. O elementai, kuriuos dabar naudoja technika (elementai iš puslaidininkinių plėvelių, elementai iš magnetinių plėvelių ir kt.) pereina iš vienos būsenos į kitą per 10^{-7}—10^{-8} ir netgi $5 \cdot 10^{-9}$ sekundės.

Reikia manyti, kad naudodamas struktūras, kurias sukūrė biologinės sistemos, tačiau pakeitęs fizikinius jų realizavimo principus, žmogus gali gauti tobulesnes sistemas, negu tos, kurias sugebėjo sukurti gamta.

Pagaliau toli gražu ne visi sprendimo ir realizavimo metodai ir būdai, pasiteisinę gyvojoje gamtoje, gali būti priimtini šiuolaikinėje technikoje. Gamtoje esama labai daug netikslingumo, nereikalingų, seniai atgyvenusių netobulų dalykų. Juk dažnai nepaisoma atskiro objekto interesų, kad galėtų išlikti, atsigaminti ir daugintis visa rūšis. Perviršis gamtoje dažnai yra neekonomiškas ir moksliniu požiūriu visiškai nepateisinamas. Be abejonės, ateis laikas, kada žmogus, sukaupęs pakankamai žinių ir priemonių, iš esmės pakeis daugelį gyvosios gamtos struktūrų ir procesų, kurie jau dabar atrodo absurdiški. Į tai reikia atsižvelgti, bandant perkelti gyvosios gamtos pasiekimus į šiuolaikinės ir ateities technikos sritį.

Todėl bionikos uždavinys yra panaudoti technikoje tik geriausius gyvosios gamtos pasiekimus.

«Бионика», отв. ред. М. Г. Гаазе-Рапопорт, В. Э. Якоби. М., «Наука», 1965, p. 6—9.

Gamtosauga

...Britų salose gyvena daugiau negu 25 000 įvairiausių vietinių sausumos ir gėlavandenių gyvūnų rūšių, o visame pasaulyje jų tikriausiai yra daugiau negu milijonas. Kokio pobūdžio bus mūsų ilgalaikis egzistavimas kartu su šiais gyvūnais, labai daug priklauso nuo mūsų požiūrio į gyvąją gamtą ir iš viso į gamtą... yra trys iki šiol dar neišspręsti esminiai klausimai. Pirmasis jų, kuris paprastai nelaikomas pagrindiniu,— tai iš esmės etinė problema. Pasaulyje gyvena keli milijonai žmonių, kurie mano, kad gyvūnai turi teisę gyventi ir gyventi netrikdomi arba kad žmonės bent jau neturėtų persekioti gyvūnų ir naikinti ištisų rūšių. Kai kurie žmonės nepradės galvoti kitaip netgi tada, kai šis požiūris taps rimtu pavojumi jiems patiems... Praktiškam Vakarų žmogui panašios idėjos atrodytų absurdiškos ir sentimentalios...

Antrą klausimą galima pavadinti estetiniu arba intelektualiu. Galime sakyti, kad gamta — visos laukinės gyvosios gamtos rūšys su jų aplinka — įdomi, taip pat graži ir gali sukelti emocijas. Tai įkvėpimo šaltinis poetams ir dailininkams, medžiagos ir malonumų šaltinis gamtininkams ir mokslininkams ir pagaliau poil-

sio ir pramogų vieta. Tačiau žmogaus interesai, be abejo, yra svarbiausi.

Trečias klausimas yra praktiškas: žemė, kultūriniai augalai, miškai, vanduo, jūrų verslai, ligos ir kt. Šis trečias klausimas taip grėsmingai kybo virš mūsų visų, kad beveik užtemdo du kitus... Vienas neabejotinų mūsų šimtmečio faktų yra tai, kad didėja ne tik žmonių skaičius, bet ir jų poreikiai. Niekada anksčiau žmogus taip energingai nesistengė prasiskverbti į gyvenamąsias sritis, kurių anksčiau nepanaudodavo arba silpnai tepanaudodavo.

...Bandydamas gauti iš gamtos kuo daugiau naudos, žmogus ją naikino ugnimi, geležimi ir savo naminių gyvulių didžiulėmis kaimenėmis. Dėl to išnyko augalija, išseko dirvožemis, susiformavo savanos, Vidužemio jūros ir atogrąžų sritys virto stepėmis ir dykumomis, trumpai tariant,— išsigimė ekosistemos ir išnyko flora bei fauna. Galiausiai natūralios pusiausvyros pažeidimai, kuriuos padarė žmogus, pakenkė jam pačiam: didžiulės teritorijos tapo netinkamos žemdirbystei, labai sumažėjo vandens atsargos. Dėl to sumažėjo ir taip labai nedidelis derlingumas, maisto produktų ištekliai.

Ч. Элтон. Экология нашествий животных и растений. М., Изд-во иностр. лит., 1960. p. 188—190.

Dabartinis žmogus visokiais būdais teršia gamtinės aplinkos, kurioje jis gyvena, vandenis ir atmosferą.

Žmogus „į jūrą visados žiūrėjo kaip į didžiulę kanalizacinę duobę, tinkamą įvairiausioms atliekoms, kuriomis jis nori atsikratyti, pradedant nešvarumais ir baigiant didelio galingumo sprogstamosiomis medžiagomis, taip pat radioaktyviomis atliekomis"...

Kenksmingiausios medžiagos yra bitumo angliavandeniliai, kuriuos į jūrą nuleidžia naftos perdirbimo įmonės, ir mazutas, išpilamas iš laivų; šie naftos produktai labai dažnai plaukioja vandens paviršiuje, užteršia paplūdimius, nuodija žuvis ir kasmet nužudo šimtus tūkstančių jūros paukščių (250 tūkst. paukščių vien prie Anglijos krantų). Žmogus visaip darko aplinkos gamtovaizdį. O juk išsaugoti vietovės grožį — anaiptol nemažos svarbos uždavinys, įgyvendinant gamtinių išteklių apsaugos priemonių kompleksą...

Gamtinių išteklių apsaugos uždavinys yra ieškoti būdų, kaip maksimaliai apriboti (tačiau, kad labai nenukentėtų ekonomika) įvairaus pobūdžio nuostolius, o ypač nuostolius, sumažinančius biosferos produktyvumą ir atsirandančius dėl netinkamos, dažnai nepataisomos žmogaus veiklos. Gamtosaugos paskirtis yra užtikrinti normalų gamtinių ekosistemų komponentų, kuriems žmogaus veikla sudaro pavojų, egzistavimą...

...Šio uždavinio tikslas — tinkamai balansuojant produkcijos rinkimą ir atgaminimą, užtikrinti nenutrūkstamą augalų ir gyvūnų reprodukciją. Iš ekosistemos neturi būti paimama daugiau,

negu ji gali atgaminti per tam tikrą laikotarpį. Todėl reikia gerai žinoti nagrinėjamų ekosistemų produktyvumo lygį, arba, kitaip tariant, jų gyvybinę veiklą.

...Dabartiniai žmonės, jeigu jie nori, kad žmonių giminė galėtų egzistuoti ilgus amžius, turi rūpintis visomis gyvybės pasireiškimo formomis, aplinka, kuri leidžia gyvybei tarpti, ir visais tais nepaprastai permainingais procesais, kurių dėka ji gali egzistuoti šioje aplinkoje.

...Reikia tiksliai nustatyti žmogaus vietą gamtoje ir parodyti, kokia yra jo atsakomybė, kad tos naujosios jėgos, kurias jis atpalaiduoja, būtų nukreiptos biosferai pagerinti. Kiekvienam reikia išmokti stebėti save ir matyti, kas vyksta aplinkoje. Kiekvienam reikia pažinti aplinką, kurioje gyvena, žinoti tos aplinkos istoriją ir jos organinių bei mineralinių komponentų sudėtį. Žmogus turi laikyti save ne pašaliniu aplinkos stebėtoju, bet neatskiriama jos dalimi.

П. Дювиньо, М. Танг. Биосфера и место в ней человека. М., «Прогресс», 1968, p. 231—232, 239.

9. Evoliucijos teorijos šiuolaikinės problemos

Evoliucijos teorijos plėtojimas po Darvino

Kalbėdami apie dabartinį darvinizmą, turime galvoje nuoseklų materialistinį mokymą apie organinio pasaulio evoliuciją, kurį sukūrė Č. Darvinas ir jo tiesioginiai pasekėjai, o vėliau, remiantis biologijos ir visų gamtos mokslų pasiekimais per tuos dešimtmečius, kurie prabėgo nuo Darvino iki mūsų dienų, buvo kūrybiškai išplėtotas ir praturtintas. Šio mokymo pradininkai, neišskiriant nė paties Darvino, žiūrėjo į gyvosios gamtos istorinį vystymąsi didžia dalimi stichiškai dialektiškai. Tai dažnai padėdavo jiems teisingai iškelti ir sėkmingai išnagrinėti sudėtingiausias evoliucijos problemas, kurios buvo neįveikiamos mechanistinio materializmo atstovams. Mūsų laikais biologai darvinistai turi siekti kiek galima giliau įsisąmoninti dialektinio materializmo principus, kad galėtų sąmoningai juos taikyti, gvildendami evoliucijos problemas.

Л. Ш. Давиташвили. Современное состояние эволюционного учения на Западе. М., «Наука», 1966, р. 186.

Faktų, įrodančių istorinį vystymąsi, kaupimas

...Daug ir labai vertingos faktinės medžiagos yra sukaupta apie savitarpio santykių populiacijos viduje įvairovę ir sudėtingumą: šiuos darbus daugiausia dirbo populiacijų genetikos specialistai. Populiacijų ir biocenozių struktūros ir savitarpio santykių tyrimų puikūs rezultatai turi gana svarbią reikšmę Darvino mokymui apie evoliuciją...

Nuostabūs molekulinės biologijos laimėjimai atveria plačias perspektyvas Darvino evoliucijos teorijai...

Kadangi buvo sukaupta nepaprastai daug faktinės medžiagos, mūsų mokslininkai galėjo tiek daug nuveikti, pažindami organinio pasaulio ir jo pagrindinių grupių filogenezę, o tai, be abejo, labai svarbu gyvosios gamtos — protistų, augalų ir gyvūnų — istorinio vystymosi eigai tirti. Pravartu ir čia pabrėžti, kad mūsų šalies mokslininkai pasauliniame moksle daugiausia nuveikė, tirdami nepaprastai svarbią, tačiau sudėtingą ir sunkią gyvybės atsiradimo Žemėje problemą. Gyvos medžiagos atsiradimas iš negyvos — gyvybės priešistorija. Ir nors tai — dvi visiškai atskiros

problemos, gyvybės atsiradimo tyrimai yra nepaprastai svarbūs darvinizmui, kaip materialistinei organinio pasaulio vystymosi teorijai.

Ten pat, p. 188, 195.

Biologijos mokslai ir evoliucijos teorija

Eksperimentiniai tyrimai, padedantys mokslui pažinti organizmų paveldimo kintamumo mechanizmą, jau davė nepaprastai reikšmingus teoriniu ir praktiniu požiūriu rezultatus. Toliau sėkmingai plėtoti evoliucijos teoriją neįmanoma be molekulinės genetikos. Galima numatyti, kad jau netolimoje ateityje kibernetika ir informacijos teorija tikrai padės biologams evoliucionistams spręsti sudėtingiausius mokymo apie organinio pasaulio istorinį vystymąsi per milijardus metų uždavinius. Tačiau didžiosios evoliucijos paslaptys negali būti atskleistos tik molekulinės genetikos ir kibernetinių tyrimų metodais, nors ir labai galingi jie būtų. Norint pažinti gyvosios gamtos vystymosi eigą, šio didžiojo proceso sąlygas, dėsnius ir priežastis, reikia visų biologijos mokslų visais metodais intensyviai visapusiškai tirti organizmų pasaulį.

Evoliucijos dėsniai negali būti atskleisti, neištyrus gyvųjų būtybių — augalų, gyvūnų ir protistų — sandaros, t. y. be citologinių, lyginamųjų anatominių ir histologinių tyrimų (be to, formos tyrimo jokiu būdu negalima atsieti nuo gyvųjų kūnų atitinkamų struktūrų funkcijų tyrimo). Čia būtinai reikalingi ir lyginamieji embriologiniai tyrimai. Biologas negali suprasti evoliucinio proceso esmės be organizmų lyginamųjų fiziologinių tyrimų. Būtinai reikia vystyti evoliucinę fiziologiją. Spręsti šį didžiulį uždavinį, be abejo, kuo aktyviausiai turi imtis biochemikai, biofizikai, jau nekalbant apie genetikus ir selekcininkus. Tačiau kokia nors viena tyrimų kryptis, netgi jeigu ji yra labai nauja ir gana perspektyvi, niekada neduos laukiamų rezultatų, jeigu užmiršime visas kitas. Augalų ir gyvūnų geografija visada daug padėdavo ir toliau padės tirti evoliucijos problemas. Ekologija, kuri dabar yra atskira biologijos disciplina, taip pat padeda iš esmės nušviesti šiuos klausimus.

Vykdant šiuos kompleksinius tyrimus, daug dėmesio reikia skirti aukštosios nervinės veiklos fiziologijos ir gyvūnų elgesio tyrimams.

Ten pat, p. 209—210.

Genetinių sistemų evoliucija

Vienas didžiausių paskutiniojo dešimtmečio biologijos ir biochemijos pasiekimų buvo bendro visų mums žinomų gyvybės evo-

liucijos etapų paveldimos informacijos mechanizmo atskleidimas. Paveldimumo kodas, „užrašytas“ DNR makromolekulių bazių seka — tai ta bendra organinio pasaulio materiali sistema, kuri yra ir paveldimumo, ir baltymų biosintezės pagrindas. O baltymai vaidina pagrindinį vaidmenį visose gyvybės pasireiškimuose. Kaip gerai žinoma, visi fermentai — baltymai. Taigi paveldimumo ir biosintezės mechanizmas yra bendras ir universalus biologinei materijos judėjimo formai...

...Genetinės sistemos nuėjo ilgą vystymosi kelią ir todėl atskiruose organizmų evoliucijos etapuose jos yra iš esmės skirtingos. Fagų ir virusų dalelėse, taip pat ir bakterijų ląstelėse nėra morfologiškai susiformavusio branduolio...

Pirmasis klausimas, kurį reikia išaiškinti, svarstant genetinių sistemų evoliucijos problemą, yra branduolinio paveldimumo vyravimo priežastys. Ar negalima, remiantis bendrais darvinizmo dėsningumais ir organizmų evoliucijos veiksniais, išaiškinti, kodėl erdviškai atskirto nuo citoplazmos chromosominio aparato (ląstelės branduolio) diferencijavimasis buvo pagrindinė materialaus paveldimosios informacijos aparato evoliucijos linija?

«Современные проблемы эволюционной теории», под ред. В. И. Полянского и Ю. И. Полянского. Л., «Наука», 1967, p. 32—33.

Lytinio proceso vaidmuo genetinių sistemų evoliucijoje

...Darlingtonas lytinio proceso ir mejozės atsiradimą laiko tikra genetinių sistemų evoliucijos revoliucija. Redukcinio dalijimosi mechanizmas, išskirstydamas ir kombinuodamas genetinę medžiagą, labai padidino paveldimojo kintamumo apimtį. Redukcinis dalijimasis yra ta materiali sistema, kuri nulemia požymių išsiskyrimo dėsningumus, nustatytus G. Mendelio...

Žemesniesiems organizmams, kurie dauginasi lytiniu būdu (daugumai pirmuonių, žemesniesiems dumbliams) būdinga zigotinė redukcija. Jų mejozė vyksta tik pirmųjų dviejų zigotos dalijimųsi metu, o didesniąją savo gyvybinio ciklo dalį šie organizmai esti haploidai. Esant tokiai genetinei sistemai, bet kuri atsiradusi mutacija pasireiškia fenotipiškai. Tai apriboja galimybes atsirasti paveldimojo kintamumo rezervui, kuris yra ypač svarbus aukštesniųjų organizmų evoliucijoje...

Kitas svarbus genetinių sistemų evoliucijos etapas — tai ilgai trunkančios diploidinės vystymosi ciklo fazės atsiradimas ir perėjimas prie gametų redukcijos. Kaip yra žinoma, šis evoliucijos etapas būdingas visiems be išimties daugialąsčiams gyvūnams, aukštesniesiems augalams ir kai kuriems pirmuonims. Naujai atsiradusi diploidinė genetinė sistema, palyginti su haploidine, turi didelių biologinių pranašumų. Susidaro galimybė su-

kaupti didžiulį paveldimojo kintamumo rezervą, nes recesyvinės mutacijos nepasireiškia arba silpnai pasireiškia fenotipiškai...

Į diplofazę pereita toli gražu ne iš karto. Gerai žinoma, kad, vykstant augalų evoliucijai, gyvenimo ciklo haploidinę fazę (gametofitą) pakeičia diploidinė (sporofitas). Šis laipsniškai vykstantis procesas yra susijęs su augalų persikėlimu į sausumą ir dauginimosi formų pasikeitimu, prisitaikant apsivaisinti ore. Daugelio augalų (kerpsamanių, samanų, sporinių induočių, taip pat kai kurių raudonųjų ir rudųjų dumblių) mejozė vyksta, formuojantis sporoms, iš kurių vystosi gametofitas. Jame susidarant gametoms, chromosomų redukcija nevyksta. Vadinasi, augalų gyvenimo cikle atsiranda haploidinė (gametofitas) ir diploidinė (sporofitas) fazės. Mejozė vyksta tarp abiejų fazių... Taigi ir augalijoje, ir gyvūnijoje branduolys perėjo iš haploidinės fazės į diploidinę visiškai nepriklausomai. Gyvūnų šis perėjimas vyko ankstesniais evoliucijos etapais, negu augalų, todėl tik nedaugeliui jų yra būdinga tarpinė redukcija.

Ten pat, p. 35—37.

Poliploidinės genetinės sistemos

Augalijos evoliucijoje labai reikšminga yra poliploidija — kartotinis chromosomų rinkinių padidėjimas. Pereinant nuo diploidinio į poliploidinį lygį, labai pasikeičia genetinė sistema. Daugelyje žiedinių augalų grupių nemažas procentas yra poliploidinių rūšių. Ypač didelę reikšmę poliploidija turėjo, atsirandant kultūriniams augalams... Daugelis augalų evoliucijos eigoje perėjo į poliploidinį lygį tam tikromis kraštutinėmis klimato sąlygomis. Ypač daug poliploidinių rūšių esama aukštų kalnų floroje, subarktinių ir arktinių sričių augalų tarpe... Šiomis sąlygomis kintamumą, susijusį su poliploidija, įtvirtino natūralioji atranka. Poliploidinės genetinės sistemos turi vieną įdomią ypatybę: palyginti su diploidais, jos yra atsparesnės kenksmingam skvarbiosios radiacijos poveikiui...

Gyvūnų (išskyrus pirmuonis — ...) poliploidija, skirtingai negu augalų, neturi bent kiek didesnės reikšmės rūšių susidarymui...

P i r m u o n i ų p o l i p l o i d i j a. Ypač įdomus klausimas apie ląstelinės struktūros organizmų lygio — pirmuonių — genetinių sistemų evoliuciją. Pirmuonių vienaląstiškumas nulemia kai kuriuos savitus jų evoliucinio vystymosi būdus, kuriais jie skiriasi nuo daugialąsčių organizmų... Viena tokių ypatybių, būdingų kai kurioms progresyvioms filogenetinėms pirmuonių linijoms, yra didelis poliploidiškumas...

Kokia yra makronukleuso didelio poliploidiškumo, būdingo vienai progresyviausių filogenetinio pirmuonių vystymosi linijų — infuzorijų klasei, kurią sudaro ne mažiau kaip 6000 rūšių,

biologinė reikšmė? Aišku, atsakymas į šį klausimą bus tam tikra prasme hipotetinis. Buvo pareikšta mintis..., kad daugkartinis genomų skaičiaus padidėjimas turi suintensyvinti jų sintetinę ir genetinę funkcijas. Daugialąsčių gyvūnų šias funkcijas yra pasiskirsčiusios daugybė ląstelinių sistemų, kurių kiekviena turi atskirą genetinį aparatą. Pirmuonys, likdami vienaląstės struktūros lygio, rado kokybiškai savitus progresyviosios evoliucijos būdus. Vienas šių būdų ir buvo ląstelės genetinio aparato persitvarkymas, didinant poliploidiškumą, o infuzorijų, be to,— diferencijuojantis branduoliniam aparatui į du kokybiškai skirtingus branduolius...

Pateiktoji trumpa materialių paveldimumo pagrindų apžvalga aiškiai rodo, kad genetinės sistemos organinio pasaulio evoliucijos eigoje neišliko nepakitusios, nors molekulinė jų prigimtis visuose mums žinomuose evoliucijos etapuose yra panaši.

Ten pat, p. 37—39, 42—44.

Genų mutacijų vaidmuo evoliucijoje

Darvinas evoliuciją laikė organizmo prisitaikymo prie aplinkos sąlygų procesu, kurį jis suprato kaip naudingų „variacijų" natūraliąją atranką. Tuometinio mokslo išsivystymo lygis neleido jam, be abejo, žodžio „variacijos" pakeisti terminu „mutacijos", nes jo laikais genetikos mokslo dar nebuvo. Tačiau Darvinas buvo toks žmogus, kuris stengėsi viską išaiškinti iki galo, tardamas, kad „variacijos", iš jų ir pakitimai, organizmo įgyjami gyvenimo eigoje reaguojant į aplinkos poveikius, paveldimi dalyvaujant mechanizmui, perduodančiam informaciją nuo visų somatinių (kūno) ląstelių lytinėms ląstelėms. Dabar jau žinome, kad įgyti požymiai nėra paveldimi. Vystantis genetikai, į organizmo įgimtus požymius (fenotipą) pradėta žiūrėti kaip į genų visumos, esančios organizmo chromosomose (genotipo), veiklos pasireiškimą. Dabar galime teigti, kad evoliucija vyksta, populiacijoje atrenkant palankias genų mutacijas ir išlaikant jas dauginimosi dėka.

Vienas pagrindinių klausimų, į kurį reikia atsakyti, norint nustatyti įvairių gyvybės formų filogenetinius savitarpio santykius, yra toks: ar tolimos viena kitai rūšys turi identiškus, arba homologinius, genus ar panašūs fenotipiški požymiai vystosi, veikiant analogiškiems (t. y. panašiems, bet ne identiškiems) genams, nulemiantiems tokį pat išorinį požymį arba funkciją, atsirandančius įvairiais būdais? Eksperimentinės genetikos metodai leidžia palyginti tik tų rūšių genetinę prigimtį, kurios viena su kita kryžminasi.

К. Анфинсен. Молекулярные основы эволюции, под ред. акад. В. А. Энгельгардта М., Изд-во иностр. лит., 1962, p. 25, 150.

Individualus kintamumas ir rūšių susidarymas

Kadangi tam tikros rūšies genai kinta ir persigrupuoja, izoliuotose populiacijose atsitiktinai atsiranda individų, turinčių tokius fenotipinius požymius, kurie leidžia jiems užimti pageidaujamas ekologines nišas, neprieinamas jų pirmtakams. Panašūs individualūs pakitimai paprastai esti nežymūs. Ir tik pasikeitus daugeliui kartų ir toliau kintant genofondui dėl naujų atsitiktinių mutacijų ir natūraliosios atrankos, kuri tuos kitimus įtvirtina, vis dažniau ir ilgesniam laikui šios besivystančios papuliacijos šakos individai prasiskverbia į anksčiau buvusią nepasiekiamą teritoriją. Laikui bėgant, prisikaupus tokių pakitimų, atsiranda nauja rūšis, visiškai prisitaikiusi gyventi naujoje aplinkoje ir pakankamai besiskirianti fiziologija nuo savo protėvių, jog kryžminis jų apsivaisinimas jau nebegalimas...

...Kol atskiros linijos gali kryžmintis, didesnę fenotipinių pakitimų dalį galima susieti su tam tikrais genais ir labai tiksliai pasekti, kaip šie genai plinta populiacijoje. Taigi, kol tiriamasis laikotarpis nedidelis ir kol galime susieti kiekvieną fenotipinį pakitimą su tam tikru genotipo pakitimu, pagrindinius evoliucijos teorijos teiginius galima tiesiogiai ir gana tiksliai išanalizuoti eksperimentiniu būdu.

Ten pat, p. 215.

Mutacijos

Paveldimojo kintamumo pagrindas, suteikiantis pradinę medžiagą evoliucijai, yra mutacijos, susijusios su genetinės sistemos persitvarkymu, su genotipo pasikeitimu. Į mutacinį kintamumą reikia žiūrėti kaip į neatskiriamą gyvųjų organizmų savybę...

Medžiaga natūraliajai atrankai, vadinasi, ir rūšių susidarymui, kaip parodė įvairių organizmų, ir augalų, ir gyvūnų, citogenetinė analizė, yra įvairūs... mutacijų tipai. Tačiau reikšmingiausios iš jų yra genų mutacijos, kurių santykinė reikšmė paveldimajam kintamumui ypač didelė.

Koks genų mutacijų molekulinis pagrindas? Norint gauti mikroorganizmų, fagų ir virusų fenotipinį efektą, matyt, pakanka pakeisti vieną bazę DNR grandinėje. Kitais atvejais gali įvykti gerokai didesni persitvarkymai, pavyzdžiui, tam tikroje geno dalyje arba netgi per visą geno ilgį gali pasikeisti bazių seka...

Trumpai apžvelgsime kai kuriuos mutacinio kintamumo klausimus, susijusius su evoliucijos teorijos problemomis. Pirmiausia reikia pažymėti nekryptingą spontaninių ir indukuotų mutacijų pobūdį. Tai nepaprastai svarbu, nes eksperimentiniu būdu patvirtina vieną esminių darvinizmo teiginių, pagal kurį pagrindi-

nis kintamumo natūraliajai atrankai šaltinis yra neapibrėžtas kintamumas. Pirmiausia reikia pabrėžti, kad mutacijos nėra pakitimai, adaptyvūs aplinkai. Adaptacija atsiranda tik veikiant atrankai. Teiginys, kad mutacijos nekryptingos ir objektyviai atsitiktinės, dar nereiškia, kad jos neturi materialių priežasčių, kaip tik slypinčių aplinkoje... Atvirkščiai, mutacijos gerokai priklauso nuo aplinkos sąlygų. Veikiant įvairiais veiksniais bet kokius organizmus, eksperimentiniu būdu galima gerokai pagreitinti mutacinį procesą; šiuo principu yra pagrįsti gausybė eksperimentinės mutagenezės tyrimų. Tačiau niekada eksperimentiniu būdu gautoms mutacijoms nebuvo būdingas adaptyvių kitimų pobūdis.

«Современные проблемы эволюционной теории», под ред. В. И. Полянского и Ю. И. Полянского. Л., «Наука», 1967, p. 44—45.

Mutacijų dažnumas

Sprendžiant organizmų evoliucijos problemą, iškyla labai įdomus klausimas, kaip dažnos mutacijos natūraliomis sąlygomis.

Dabar daugumos organizmų, pradedant mikroorganizmais ir baigiant aukštesniaisiais gyvūnais ir augalais, spontaninio mutavimo greitis yra nustatytas. Tačiau šis nustatymas ne visada esti pakankamai tikslus arba būna susijęs su dideliais eksperimentiniais sunkumais. Didesnė dauguma naujai atsirandančių mutacijų esti recesyvinės. Kadangi kiekvienas atskiras genas mutuoja labai retai, tad, kad lygiai taip pat tuo pačiu metu mutuctų abu aleliniai genai,— įvykis praktiškai neįmanomas. Visada mutuoja tik vienas tam tikros alelių poros genas...

Nors kiekvienas atskiras genas mutuoja labai retai, bendras paveldimų pakitimų skaičius esti nemažas, nes genotipo sistemoje yra daug genų. Pavyzdžiui, pagal daugelio autorių apytikslius apskaičiavimus, drosofilos vienoje kartoje 100 gametų tenka maždaug viena mutacija. Mutacijų dažnumas priklauso ne tik nuo paties geno savybių ir įvairių išorinių bei fiziologinių veiksnių, bet taip pat ir nuo kitų genų, įeinančių į šio genotipo sistemą...

Mutacijos — tai pagrindinis pirminis populiacijų genetinio heterogeniškumo šaltinis, teikiantis medžiagą natūraliajai atrankai... Čia tik nurodyta, kad populiacijų genetinė analizė, atlikta daugelio augalinės ir gyvulinės kilmės objektų..., parodė, jog mutacijų natūraliose populiacijose esama labai daug (didesnė jų dauguma recesyvinės). Dėl to kiekvienos populiacijos ribose susidaro didesnis ar mažesnis „paveldimojo kintamumo fondas"..., kuris susikaupia per natūraliąją atranką. Mutacijų gausumas populiacijoje, taip pat kaip ir mutacinio proceso intensyvumas, patys yra kontroliuojami atrankos, ir dėl to kiekvienoje rūšies populiacijoje susidaro savas paveldimojo kintamumo lygis...

..Istorinis rūšių susidarymo procesas vyksta, veikiant natūraliajai atrankai, kurios pagrindas galiausiai yra paveldimas mutacinis kintamumas.

Tenpat, p. 46—48.

Biocheminiai rūšių susidarymo pagrindai

...Šio metodo (evoliucijos tyrimo — *Sud.*) esmėje glūdi prielaida, kad atskiri baltymai, būdingi tam tikrai rūšiai, yra genų, kontroliuojančių šių baltymų sintezę, atspindys. Aišku, homologinių baltymų serijų tyrimai yra grynai fenotipinis šios problemos sprendimo traktavimas. Tačiau netgi tie negausūs duomenys, kuriuos pavyko sukaupti šiuo pradiniu tyrimų laikotarpiu, leidžia teigti, kad baltymų struktūra yra palyginti tiesioginis geno struktūros atspindys ir kad lyginamoji baltymų chemija įgalins gauti tikslius duomenis apie genotipinius skirtumus ir panašumus. Jeigu priimsime šią pagrindinę hipotezę, tai mums teks, pavyzdžiui, padaryti išvadą, kad kiaulės ir kašaloto genai, „determinuojantys insuliną", yra tokie identiški, kaip ir patys insulinai, kurių struktūrą šie genai nulemia. Jeigu insulino sintezėje dalyvauja keli genai, tai šitai, kas pasakyta, tinka visiems šiems genams.

Kita įdomi perspektyva, susijusi su lyginamąja baltymų chemija, yra ta, kad ji, galimas daiktas, leis mums nustatyti, kad tas pats dviejų visiškai negimininingų organizmų fenotipinis požymis yra nulemiamas *analoginių* arba *homologinių* genų veikimo...

Paleontologas, nustatinėdamas evoliucijos greičius ir kryptis, yra priverstas remtis vien tik morfologiniais duomenimis. Netgi naudodamas tokį palyginti netikslų kriterijų, jis gali bendrais bruožais nustatyti pakitimų pobūdį... Tačiau jam tenka pasitenkinti tik evoliucijos *rezultatų* tyrimais, ir jis niekada negali tikėtis atskleisti tuos pagrindinius fiziologinius pakitimus, dėl kurių susidaro nauji tipai.

Nors dauguma senų rūšių išnyko, tačiau beveik visų tipų atskiriems atstovams pavyko išgyventi, prisitaikius prie naujų aplinkos sąlygų; tuo pačiu išliko ir geroka dalis senoms rūšims būdingo paveldimumo. Taigi mes turime dabartinius tolimos gyvybės pavyzdžius, kurių tyrimas leis mums išsiaiškinti daugiau ar mažiau veiksnių, tolimoje praeityje turėjusių lemiamą reikšmę filogenezei. „Biocheminės evoliucijos" tyrimai jau daug padėjo nustatyti organizmų biologinį tarpusavio giminingumą.

К. Анфинсен. Молекулярные основы эволюции, под ред. акад. В. А. Энгельгардта. М., Изд-во иностр. лит., 1962, p. 215—217.

...Visiškai išsiaiškinti rūšių susidarymo procesą beveik neabejotinai padės baltymų struktūra. Kad šis teiginys pasidarytų truputį aiškesnis, panagrinėsime du puikius rūšių specifiškumo, aiškiai susijusio su baltymų struktūros pakitimais, pavyzdžius.

Baltymas kolagenas [1] daugiausia nulemia tokių audinių, kaip oda ir kremzlės, fizines savybes. Kaitinant kolagenines skaidulas..., jų vidinė struktūra žymiai pasikeičia, ir jie pereina į kitą *molekulinę formą,* kuri vadinama želatina. Neseniai, naudojantis rentgeno struktūrine analize, buvo nustatyta, kad kolageno molekulė tikriausiai susideda iš trijų polipeptidinių grandinių, kurias viena su kita jungia gana tvirtos vandenilinės jungtys... Aminorūgštys glicinas — prolinas — oksiprolinas šiose grandinėse kartojasi gana dažnai, ir vandenilinės jungtys susidaro tikriausiai oksiprolino liekanų hidroksilinių grupių dėka. Kaitinant kolageno tirpalą kritinėje temperatūroje, kuri yra vadinama „sugniužimo temperatūra", vandenilinės jungtys nutrūksta ir organizuota kolageno molekulės struktūra greit suyra, pereidama į labiau amorfinę būklę, kuri būdinga želatinai.

Remiantis šiais cheminiais ir fiziniais tyrimais, galima manyti, kad gyvūnams, prisitaikiusiems prie šalto arba karšto klimato, kolageno molekulės natūraliai atsirasdavo, kaupiantis oksiprolino liekanoms arba jų netenkant. Gyvūnams, gyvenantiems labai šiltame klimate, labiau tiktų kolagenai, kuriems būdinga aukšta sugniužimo temperatūra, o gyvūnai, gyvenantys šaltame klimate, puikiausiai galėtų egzistuoti turėdami kolagenus, kuriuose skersinių jungčių yra gerokai mažiau ir kurių sugniužimo temperatūra žemesnė.

Žuvų kolagenų tyrimai... rodo, kad būtent toks buvo jų kolageno evoliucijos mechanizmas. Žuvų, gyvenančių šaltuose vandenyse, kolageno sugniužimo temperatūra visada žemesnė, negu tų, kurios gyvena šiltuose vandenyse. Pastebėta nepaprastai griežta linijinė priklausomybė tarp kolagenų sugniužimo temperatūros ir juose esančio oksiprolino kiekio..., nors kitais atžvilgiais stuburinių gyvūnų kolagenai savo sudėtimi yra labai panašūs. Krinta į akis ta aplinkybė, kad kolageno sugniužimo temperatūra yra 15—20° aukštesnė už aukščiausias temperatūras, kuriose gali atsidurti rūšis, tarytum sukurdama tam tikrą „atsparumo atsargą" pagal įprastą klimato kitimų eigą.

Kitas akivaizdus prisitaikymo, susijusio su baltymų struktūros pakitimu, pavyzdys yra jūros žuvų akių pigmentų ir to gylio, kuriame šios žuvys gyvena, priklausomybė... Mokslininkai tyrė daugelio žuvų įvairių rodopsinų cheminę struktūrą ir spektrines savybes... Rodopsinas — A vitamino derivato ir baltymo opsino

[1] Kolagenas — proteinoidų grupės baltyminė medžiaga, pagrindinis jungiamojo audinio komponentas. — *Sud.*

kompleksas — sudaro šviesai jautrų tinklainės lazdelių elementą. Panaši į A vitaminą prostetinė grupė, atsakinga už šviesos absorbciją (retinenas), pasirodė visų rūšių esanti identiška.

Kadangi opsinai patys neabsorbuoja šviesos, kurios bangos ilgis 480—503 mμ, todėl visus absorbcijos maksimumo pakitimus... reikia laikyti opsinų poveikiu retineno spektrinėms savybėms. Mechanizmas, kurio dėka jungimasis su opsinu gali sukelti retineno spektrinių savybių pakitimus, visiškai nežinomas.

Ten pat, p. 217—220.

Kokiais būdais galima išaiškinti rūšių susidarymo cheminius pagrindus

Kaip rasti būdus rūšių susidarymo cheminiams pagrindams išaiškinti? Kaip man atrodo, turime padaryti pagrindinę prielaidą, kad rūšies fenotipą daugiausia nulemia unikalus jos baltymų rinkinys. Po to galima pradėti aiškinti, kiek bet kurio rinkinio kiekvienas iš atskirų baltymų gali pasikeisti, nesutrikdydamas biologinės funkcijos...

...Kiekvieną rūšį galima įsivaizduoti kaip besiskiriančių „pažeidžiamumu" — nuo visiškai „neliečiamų" iki gana lengvai pakeliančių pakitimus — baltyminių struktūrų hierarchiją. Šiai rūšiai toliau evoliuciuonuojant įprastu būdu (mutacijoms derinantis su natūraliąja atranka), gali pasikeisti jos baltymai: vieni baltymai liks palyginti nepakitę, o kiti gali gerokai pasikeisti. Pavyzdžiui, citochromo c, kurį galima laikyti palyginti paprastu baltymu, būtinu daugumai gyvybės formų, molekulė daugelio organizmų, jiems evoliucionuojant, išliko beveik visiškai nepakitusi, o serumo albuminų struktūra tikriausiai keitėsi kartu su natūraliosios atrankos krypties kitimu. Kartkartėmis, matyt, atsirasdavo visiškai naujos struktūros baltymas (pavyzdžiui, staigus insulino ir kitų hormonų pasirodymas tuo evoliucijos momentu, kai atsirado pirmieji chordiniai ir stuburiniai). Be abejo, nežinoma, koks buvo tokio „panašaus į sprogimą" naujos baltyminės struktūros atsiradimo molekulinis mechanizmas. Tik nuodugniai ištyrę baltymų biosintezės ir genetinės informacijos perdavimo procesus, galime spręsti, ar susidarė naujas genas... ar jis atsirado atsitiktinai kombinuojantis jau esantiems genetiniams vienetams.

Galima gana tvirtai pranašauti, kad baltymų pakitimai, kuriuos biochemikams teks išaiškinti ateityje, ne visada bus sklandūs ir nuoseklūs. Įvairių rūšių, įvairių aplinkos sąlygų ir įvairių laiko periodų natūraliosios atrankos veiksniai bus labai skirtingi: atitinkamai skirsis genų mutacijos išsaugojimo tam tikroje populiacijoje galimybė ir tikimybė, kad ji pasireikš fenotipiškai.

Ten pat, p. 222, 223.

Rūšies ir jos atsiradimo problema

Rūšies apibrėžimas

...Rūšis — viena pagrindinių gyvybės egzistavimo formų, tam tikras viršindividualus gyvųjų būtybių struktūros lygis. Rūšis, būdama natūraliosios atrankos veikimo sfera, gali ne tik ilgą laiką atsigaminti ir neribotai ilgai egzistuoti, bet ir sugeba pati savaime evoliucionuoti, yra evoliucinio proceso objektas ir jo pagrindinis vienetas. Rūšis viduje prieštaringa: kaip evoliucijos rezultatas ji yra reliatyviai pastovi, kokybiškai apibrėžta, vientisa, prisitaikiusi prie tam tikros aplinkos, patvari, atsiribojusi nuo kitų grupių (diskretinė), o kaip mazginis vienetas ir aktyvus jos objektas — mažiau apibrėžta, heterogeniška, nepastovi, labili, neturi griežtų ribų...

Reikėtų pažymėti, kad mūsų suprantama rūšis (t. y. darinys, pasiekęs rūšies struktūros lygį) neturi griežtų ribų ir daug įvairiau pasireiškia, negu taksonomistų-kataloguotojų rūšies idealas. Gyvųjų būtybių struktūros lygis jungia milijonus darinių, iš kurių tik nedaugelis, išbandyti atrankos, išlieka kaip „geros" rūšys. Tik kelios rūšys iš dešimčių tūkstančių yra labai ilgai egzistuojančios arba sudaro adaptyvinės radiacijos galingų pluoštų grupes.

К. М. Завадский. Учение о виде. Изд-во ЛГУ, 1961, p. 229.

Vidurūšiniai santykiai

Vidurūšiniai santykiai — nepaprastai plati sąvoka. Ji apima visus vienos rūšies organizmų ir jų grupių įvairiausius turiniu, pobūdžiu ir reikšme ryšius bei priklausomumą. Šie ryšiai gali būti pastovūs arba periodiški ir epizodiški. Jie gali būti labai pastovūs ir užfiksuoti tam tikrais prisitaikymais (struktūros, funkcijų) arba, atvirkščiai — labilūs, atsirandantys trumpam laikui ir išnykstantys. Vidurūšinis priklausomumas būdingas visoms gyvenimo fazėms, jis atsiranda ir tarp gametų, zigotų bei gemalų, ir tarp lervų bei suaugusių formų...

Vidurūšiniai santykiai apima ir priklausomumą, atsirandantį *veikiant atrankai,* ir procesus, kurie yra *natūraliosios atrankos priežastis.* Pirmuoju atveju šie santykiai turi *rūšies prisitaikymų reikšmę* ir sudaro sistemą koreliuotų vidinių ryšių, cementuojančių populiaciją į vientisą darinį. Antruoju atveju vidurūšiniai santykiai patys gali būti *atrankos agentai* ir sukelti *atrankos procesą...*

Vidurūšiniai santykiai yra prieštaringi: jų balansavimosi dėka egzistuoja tam tikra rūšis, o kadangi šis balansas nėra idealus, atsiranda kolizijų, dėl kurių, veikiant atrankai,

kinta nusistovėjęs vidurūšinių santykių tipas, t. y. kinta rūšis. Vidurūšinių santykių darna gali pasikeisti, veikiant atrankai, dėl įvairiausių agentų, ir abiotinių, ir biotinių (pavyzdžiui, rūšių konkurenčių ir priešų), taip pat ir tiesioginės vidurūšinės atrankos (pavyzdžiui, lytinės atrankos). Jeigu bet kuris atrankos agentas išjudina nusistovėjusį vidurūšinių santykių balansą, o šie santykiai persitvarko ir dėl to, kad atsiranda nauja, adaptyvesnė rūšies gyvenimo darna. Taigi priklausomai nuo vidurūšinių santykių pobūdžio jie gali nulemti ir rūšies pastovumą, ir jos kintamumą...

...Paprastai yra skiriama *tiesioginė vidurūšinė kova, vidurūšinės varžybos dėl gyvenimo sąlygų* (kartais vadinamos konkurencija) ir *tarpusavio pagalba* (kartais vadinama tarpusavio parama arba vidurūšine kooperacija)...

Vykstant evoliucijai..., tobulėja pagrindiniai vidurūšiniai santykiai. Pavyzdžiui, laipsniškai vystosi prisitaikymai, garantuojantys gemalams ir bręstantiems individams pastovias ir optimalias maitinimosi ir vystymosi sąlygas, taip pat apsaugą nuo atsitiktinių ir nepalankių aplinkos veiksnių įtakos. Stuburinių gyvūnų evoliucijos eigoje smulkus ikrelis virto stambiu kiaušiniu, pailgėjo inkubacijos laikotarpis, išsivystė kiaušinių saugojimo instinktai, padaugėjo maisto atsargų kiaušinyje ir redukavosi lervinis vystymosi tipas. Toliau evoliucionuojant, buvo pereita prie maitinimosi pienu ir išsivystė jauniklių saugojimo instinktai, kiaušinius dedančios formos tapo gyvavedėmis, tobulėjo adaptacijos, nulemiančios gemalo vystymąsi gimdoje. Galiausiai išsivystė elgsenos reakcijos, padedančios treniruoti jauniklius ir tobulinti tuos aukštosios nervinės veiklos mechanizmus, per kuriuos naujoms kartoms perduodamas patyrimas, kurį įgijo kiekviena karta, o ne tik tas, kuris paveldėtas iš protėvių.

Ten pat, 166—169.

Vidurūšinių santykių sudėtingumas

Nustatant tiesioginės kovos, konkurencijos dėl gyvenimo sąlygų ir tarpusavio pagalbos ribas, reikia nepamiršti, kad šios formos ne tik gali lengvai pereiti viena į kitą, bet kartais egzistuoja kaip vienas reiškinys, sudarydamos arba skirtingas jo puses, arba fazes. Pateiksime kai kuriuos pavyzdžius.

Milžiniškosios salamandros — amerikinio slaptažiaunio... patinas turi palikuonių saugojimo instinktą. Kai patelė baigia dėti kiaušinius, patinas juos saugo, niekur nepasitraukdamas per visą inkubacijos laikotarpį. Tačiau šiuo metu jis numalšina alkį, surydamas dalį saugojamų kiaušinių. Šiuo atveju viename akte susiduria dvi priešingos vidurūšinių santykių formos: kanibalizmas, t. y. viena pačių kraštutinių tiesioginės kovos pasireiškimo formų, ir rūpinimasis palikuonimis. Amerikinio slaptažiaunio patinų rū-

pinimosi palikuonimis instinktas yra... maisto saugojimo instinkto panaudojimo pavyzdys. Maisto saugojimo instinkto panaudojimas sudėtiems kiaušiniams saugoti buvo efektyvus, nes dėties kiaušinių sumažėjimas gali būti kompensuotas vislesnių patelių atranka, ir patelė dėl to deda tiek kiaušinių, kad jų pakaktų ne tik tiesioginei paskirčiai — rūšiai išlaikyti, bet ir patinui — kiaušinių saugotojui — išmaitinti...

Vidurūšinių prieštaravimų rezultatai gali būti įvairiausi. Šiuo atžvilgiu juos būtų galima suskirstyti į dvi dideles grupes: a) prieštaravimai, palaikantys susiklosčiusius pagrindinius vidurūšinius santykius, kurių dėka išgyvena daugiausia tie individai, kurie atitinka rūšies adaptyvinę normą, ir b) prieštaravimai, dėl kurių pakinta populiacijos sudėtis ir pasikeičia vidurūšiniai santykiai.

Pirmosios grupės prieštaravimai gali būti įtvirtinti atrankos ir tapti rūšies prisitaikymais, o antrosios grupės prieštaravimai, veikiant atrankai, sukelti evoliucinius rūšies pakitimus, kuriems įvykus, jie patys gali išnykti.

Ten pat, p. 172—173, 177—178.

Rūšies gausumas

Rūšį visada sudaro daugybė individų, ir tam tikras individų gausumo lygis yra rūšiai būdingas požymis. Primityvių rūšių individų gausumo lygis yra nepaprastai aukštas (daugybė milijardų individų), o sudėtingos sandaros stambių augalų ir gyvūnų jis daug žemesnis (dešimtys tūkstančių, milijonai individų).

Ilgai trunkantis rūšies individų skaičiaus mažėjimas rodo, kad rūšis yra nepakankamai prisitaikiusi, ir jeigu jis ir toliau mažėja, rūšiai gresia išnykimas. Atvirkščiai, periodiškas rūšies individų skaičiaus sumažėjimas, kurį pakeičia intensyvus dauginimasis, t. y. gausumo pulsavimas („gyvybės bangos"), yra normalus reiškinys. Kiekvienai rūšiai būdingas specifinis šių gausumo pulsavimų pobūdis.

Ilgai trunkantis rūšies individų skaičiaus didėjimas yra rūšies klestėjimo rodiklis. Toks individų skaičiaus didėjimas gali būti arba naujo rūšies įgyto prisitaikymo, arba aplinkos palankaus pasikeitimo pasekmė.

Ten pat, p. 185.

Rūšies gyvybingumas

Rūšies gyvybingumą visada nulemia trys grupės vienas su kitu susijusių ir išvien veikiančių prisitaikymų, garantuojančių jos egzistavimą: 1) individo prisitaikymas, 2) tam tikra pagrindinių vidurūšinių santykių struktūra ir 3) gausumas. Jeigu

pirmosios dvi prisitaikymų sistemos dar nepakankamai išvystytos, tai rūšies gyvybingumas gali būti gana didelis, nes šį trūkumą gali kompensuoti išsivysčiusi trečioji sistema. Atvirkščiai, tobulai išsivysčius pirmosioms dviem prisitaikymų sistemoms, rūšies gyvybingumas gali išlikti pakankamai pastovus ir esant neaukštam gausumo lygiui, o toks faktiškai ir yra aukštesniųjų gyvūnų gyvybingumas.

Ten pat. p. 187.

Izoliacijos tipai

Rūšių susidarymo būdai labai skiriasi priklausomai nuo barjerų, neleidžiančių vienai grupei kryžmintis su kitomis grupėmis, pobūdžio ir jų atsiradimo laiko.

Kryžminimosi barjerai gali būti įvairios fizinės geografinės kliūtys (erdvinė izoliacija), sezoniniai dauginimosi laiko skirtumai (laiko izoliacija), taip pat genetinių fiziologinių sistemų neatitikimas (fiziologinė izoliacija).

Erdvinė izoliacija praktiškai gali būti *absoliuti* (visiškai neleisti grupėms susikeisti gametomis) arba santykinė (daugiau ar mažiau sumažinanti tarpgrupinį kryžminimąsi, palyginti su vidugrupiniu kryžminimusi). Absoliuti erdvinė izoliacija gali būti kalnagūbriai, vandens plotai, netinkami gyventi plotai, suskaidantys arealą į atskirus nutolusius vienas nuo kito ir uždarus plotus...

Svarbus izoliuojantis veiksnys yra kryžminimosi barjerai, atsirandantys, pasikeitus dauginimosi (žydėjimo, poravimosi, rujos laikotarpio ir t. t.) laikui. Dauginimosi laikas gali taip labai skirtis, kad visiškai izoliuotų vieną grupę nuo kitos. Tokiais atvejais galima kalbėti apie tipiškas *sezonines rases*. Jeigu skiriasi tik trukmės vidurkis, o kraštinės variacijos susikeičia ir dalis vienos grupės individų gali kryžmintis su kitos grupės individais, tada izoliacija bus nepilna. Tokiu atveju populiacijoje susidaro ištisa grandinė formų, kurios viena nuo kitos skiriasi dauginimosi laiko vidurkiais. Tokias formas galima pavadinti vidupopuliacinėmis fenogrupėmis. Fenogrupės tik iš dalies tėra atsiganinantys vienetai, nes daugiau ar mažiau kryžminasi su gretimomis — ankstesne ar vėlesne — formomis. Barjerai tarp gretimų fenogrupių gali būti ir labai nedideli, tačiau kraštinės tokios formų grandinės grandys tiesiog susikeisti gametomis jau negali. Jeigu yra visos grandys, susikeisti galima aplinkiniu keliu — per kelias tarpines formas. Kai viena arba kelios tarpinės formos iškrinta, tarp kraštinių formų atsiranda absoliutus barjeras, ir kiekviena jų tampa atskiru atsigaminančiu vienetu... Dėl *erdvinių* ir *laiko barjerų izoliuotos grupės faktiškai nesikryžmina*. Tačiau jų genetinės fiziologinės sistemos gali būti tokios artimos, kad, išnykus ar susilpnėjus minėtiems barjerams, šios grupės vėl gali laisvai kryžmintis.

Trečias izoliacijos tipas — genetinis fiziologinis — yra pats pagrindinis. Šiuo atveju grupės tampa izoliuotos viena nuo kitos, atsiradus genetinio fiziologinio pobūdžio nesutapimams...

Genetinė fiziologinė izoliacija skirstoma į *genetinę* izoliaciją siaurąja šio žodžio prasme, t. y. pačių gametų ir jų chromosominių mechanizmų neatitikimą, nes dėl to nesusidaro zigotos arba atsiradusi zigota pasirodo besanti visiškai arba iš dalies negyvybinga, arba hibridas būna nevaisingas, ir *morfofiziologinę*, taip pat *psichofiziologinę* izoliaciją, kuri daro neįmanomu patį kryžminimąsi (nors kartais, apvaisinus dirbtiniu būdu, pasirodo, kad genetinės struktūros dar išlaikė potencinį sugebėjimą kryžmintis)...

Pagal kilmę genetinis fiziologinis neatitikimas gali būti trejopas. Pirma, jis gali būti netiesioginė pasekmė tų bendrų skirtumų, kurie atsirado dėl morfologinių ir funkcinių populiacijų pakitimų, joms prisitaikant prie įvairių sąlygų. Šiuo atveju neatitikimas atsiranda, laipsniškai didėjant bendriems grupių skirtumams, kaip vienam koreliatyvių pakitimų...

Antra, genetinis fiziologinis neatitikimas gali būti tiesioginės atrankos neatitikimo didėjimo kryptimi pasekmė. Atranka nesikryžminimo kryptimi gali vykti tik tada, kai nėra kitų barjerų..., be to, kai viena ar kelios formos turi didelę selekcinę vertę. Tokia atranka veikia polimorfinių populiacijų viduje, atribodama labiau prisitaikiusias formas nuo kitų, mažiau gyvybingų. Vykstant atrankai genetinių fiziologinių sistemų neatitikimo kryptimi, labiau prisitaikiusi forma apsisaugo nuo hibridizacijos su mažiau prisitaikiusiomis formomis ir, išsiskyrusi iš populiacijos, pradeda atskirą gyvenimą. Šiuo atveju neatitikimas atsiranda jau po to, kai susidaro nauja prisitaikiusi forma, tačiau ne kaip šalutinė (netiesioginė) evoliucijos pasekmė, o veikiant tiesioginei atrankai, kuria siekiama „išsaugoti adaptatyvinę normą"...

Ir pagaliau, trečia, genetinis fiziologinis neatitikimas gali būti rasinių citogenetinių pasikeitimų — mutacijų — pasekmė. Kaip jau buvo minėta, šiuo atveju fiziologinė naujos formos izoliacija nuo populiacijos yra pradinis momentas („pradinė sąlyga"), o ne daugiau ar mažiau ilgalaikių procesų išdava.

Ten pat, p. 225—230.

Progresyviosios evoliucijos tendencija

Pagrindinė progresyviosios evoliucijos tendencija — tai dėsningas individo gyvybingumo padidėjimas ir jo vaisingumo sumažėjimas. Jeigu iš milijono individų tik vienas atlieka jam skirtą funkciją, tokios rūšies negalima laikyti tobula. Tai perdaug didelė duoklė, kurią nuolat moka rūšis už savo struktūros netobulumą. Milžiniška gyvosios medžiagos masė, kurią pagamina rūšis,

yra sunaudojama ne rūšies reprodukcijai, o atsitiktinumams įveikti. Tokia sistema yra labai neekonomiška. Jeigu rūšies reprodukcijoje dalyvauja visi penki gimę individai — turime labai ekonomišką sistemą, kokybe gerokai aukštesnio lygio.

Progresyviosios evoliucijos eigoje pastebimas organizmo gyvybingumo padidėjimas yra susijęs ne tik su jo vislumo sumažėjimu, bet ir su jo dydžio bei gyvenimo trukmės padidėjimu iki tam tikrų optimalių dydžių. Tuo tarpu sudėtingos sandaros grupių rūšies gausumo lygis pasidaro gerokai žemesnis, negu primityvių grupių rūšių. Ne mažiau svarbus aromorfinės evoliucijos bruožas yra *individo ir rūšies struktūros tikslingumo laipsnio pakilimas*. Visada buvo pabrėžiamas faktas, kad tikslingumas yra reliatyvus. Tačiau tokiais atvejais per mažai dėmesio skiriama tai aplinkybei, kad ir pats tikslingumas evoliucijos eigoje taip pat vystosi, jis tampa tobulesnis, nes pakyla tikslingumo laipsnis. Tikslingumas pasireiškia gyvųjų būtybių santykiuose su aplinka (juk prisitaikymas — tai atitikimas tai aplinkai, kurioje išlieka gyvybė) ir santykiuose su pačių gyvųjų sistemų elementais (individo ir rūšies struktūros darnumas, sistemos vientisumas kaip geresnio prisitaikymo prielaida).

Gyvųjų būtybių tikslingumo laipsnio kilimas apima taip pat *rūšies vientisumo didėjimą ir rūšies prisitaikymo prie aplinkos laipsnio pakilimą...*

Taigi *gyvųjų būtybių tikslingumo didėjimas yra individo ir rūšies vientisumo didėjimo procesas, individo gyvybingumo augimas, taip pat rūšies evoliucinio plastiškumo išsaugojimas arba padidinimas...*

Rūšies struktūra, kuriai esant atsitiktinumai nugalimi daugiausia „skaičiumi", laipsniškai pereina į aukštesnę pakopą, kai didesnė dalis atsitiktinumų nugalimi „ne skaičiumi, o sugebėjimu", t. y. atskiro individo tobulumu. Taigi *principas, kad „didesnio efekto pasiekiama, sunaudojant mažiau medžiagų ir energijos", įgyvendinamas ne tik individo, bet ir rūšies evoliucijoje...*

Ten pat, p. 237, 238.

Rūšių nelygiavertiškumas

Kaip jau ne kartą buvo minėta, evoliucijos procesas veikia tik gyvybės rūšies populiacijos struktūros lygiu. Ir rūšių nelygiavertiškumas pirmiausia gali pasireikšti tik evoliucinio perspektyvumo skirtumais. *Aromorfinės rūšys — tai rūšys, kurios įrodė savo evoliucinį perspektyvumą ir tapo daugiau ar mažiau stambių grupių pirmtakėmis...* Matyt, reikėtų rūšių aromorfiškumo eilių sąvokos.

Pirmąją eilę turi sudaryti *megaaromorfinės rūšys*, t. y. rūšys, tapusios klasių ir tipų, kitaip sakant, megaevoliucinių filumų, pirmtakėmis...

Antra eilė — tai *makroaromorfinės rūšys,* t. y. rūšys, sugebėjusios sukelti palikuonių adaptyvinę radiaciją, kurios dėka atsirado gentys, tribos, šeimos, būriai...

Trečia eilė — *mikroaromorfinės rūšys,* kurių evoliucinis perspektyvumas pasirodė beąs labai nedidelis, ir dėl to susidarė pogenčiai, serijos ir kt. ...

Reikia gerai įsiminti, kad megaaromorfinės rūšies pasirodymas — labai retas įvykis. Iš šimtų tūkstančių rūšių, arba galbūt teisingiau, netgi iš milijonų rūšių tik viena pasirodo besanti taip vykusiai sudaryta, kad ji tampa labai stambaus evoliucinio kamieno pirmtake. Šiame aukštame evoliucijos lygyje taip pat veikia statistiniai dėsningumai. Megaaromorfinė rūšis paprastai pasirodo tarp artimų rūšių stambių ansamblių... Antrosios ir ypač trečiosios eilės aromorfinės rūšys — ne taip jau reti reiškiniai.

Ten pat, p. 239—240.

Natūraliosios atrankos veikimo kryptys

..Sąlygos, kuriomis gyvena populiacijos, ir jų savitarpio santykiai su aplinkos biotinėmis ir abiotinėmis sąlygomis yra gana įvairūs. Todėl priklausomai nuo konkrečiai susiklosčiusių santykių tarp organizmų populiacijų ir aplinkos sąlygų individų eliminacija[1] įgyja atitinkamą atskirą formą. Kiekvienai šių formų yra būdinga savita natūraliosios atrankos kryptis, kuri nulemia tikslingų tam tikromis sąlygomis struktūrų, funkcijų ir elgsenos formų atsiradimą bei vystymąsi...

«Современные проблемы эволюционной теории», под ред. В. И. Полянского и Ю. И. Полянского. Л., «Наука», 1967, p. 119.

Eliminacijos formos

1. Eliminaciją veikiant stichinėms jėgoms, kurios visiškai arba iš dalies sunaikina populiaciją nepriklausomai nuo individualių organizmų skirtumų, nesusijusi su natūraliąja atranka, ir dėl to nesusidaro naujos struktūros, funkcijos, organinės formos.

2. Neselektyvi eliminacija, veikiant galingiems veiksniams, pasikartojanti kiekvienoje kartoje, paprastai leidžia išgyventi palikuonims tų individų, kurie intensyviau dauginasi. Tokia eliminacija susijusi su natūraliąja atranka, dėl kurios padidėja vislumas (atranka maksimalaus vislumo kryptimi). Tokio pobūdžio natūraliosios atrankos veikimo rezultatus matome pirmuonių, laisvai gyvenančių kirmėlių..., žemesniųjų vėžiagyvių..., smulkių graužikų, endoparazitų (pirmuonių, kirmėlių) populiacijose, kur ypač didelis dauginimosi intensyvumas išlygina milžiniškus nuo-

[1] Eliminacija — pašalinimas, išnykimas. — *Sud.*

stolius, taip pat augalų sugebėjimą sudaryti daugybę sėklų ir sporų.

Abi minėtosios eliminacijos formos (1 ir 2) sudaro bendrą eliminaciją, kuri priešpastatoma individualiajai, t. y. selektyviajai eliminacijai (3—5).

3. Kai selektyvioji eliminacija vyksta dėl biologinių veiksnių (plėšrūnų, parazitų), išlieka gyvi ir veisiasi tie individai, kurie sugeba geriau apsisaugoti. Šiuo atveju natūraliosios atrankos kryptis yra įgyti ir tobulinti įvairiausias apsisaugojimo ir palikuonių apsaugojimo priemones: aktyvios ir pasyvios gynybos organus ir elgseną, imunitetą, taip pat įvairias „rūpinimosi" palikuonimis formas... Atitinkamai sumažėja dauginimosi intensyvumas.

Skirtumai tarp antrosios ir trečiosios eliminacijos formų ir jas atitinkančių natūraliosios atrankos krypčių aiškiai matyti iš šių pavyzdžių. Ciklopams būdingas didelis dauginimosi intensyvumas ir sudėtinga, palyginti ilgalaikė metamorfozė. Jų, kaip ir kitų planktoninių formų, eliminacija intensyvi, bet neselektyvi: išlikusieji ir lytiškai subrendę individai beveik nesiskiria nuo išnaikintųjų. Visiškai kitokia aukštesniųjų vėžiagyvių eliminacijos ir atrankos kryptis. Upinio vėžio patelė kiaušinius nešiojasi kartu, kol išsirita jaunikliai..., vystymasis čia tiesioginis, vislumas ne didesnis, kaip keli šimtai kiaušinių per metus. Jų eliminacija palyginti susilpnėjusi, tačiau egzistuoja griežtesnė individų su geresnėmis reprodukcinėmis savybėmis atranka...

...Nepaprastai didelis kai kurių organizmų vislumas atsirado, veikiant neselektyviai eliminacijai, jį palaiko natūralioji atranka kaip prisitaikymą prie intensyvaus naikinimo; o nedidelis vislumas, susijęs su prisitaikymais apsaugoti palikuonis, atsirado, veikiant selektyviajai eliminacijai.

4. Selektyvioji eliminacija vyksta ir dėl fizinių veiksnių, tokių, kaip oro arba vandens temperatūra, atmosferos, dirvožemio arba kitos gyvenamosios aplinkos drėgnumas, druskų koncentracija, mechaninis oro, vandens ir dirvožemio veikimas. Esant šiai eliminacijos formai, natūralioji atranka atrenka individus, turinčius geresnes apsaugos nuo nepalankių fizinių poveikių priemones, įgytas specialias struktūras ir tinkamas elgsenos formas (tai vėžių šarvai, vabzdžių chitininės dangos, paukščių ir žinduolių migracija ir kt.).

5. Netiesioginė eliminacija, veikiant fiziologinio pobūdžio veiksniams, tokiems, kaip organizmo nusilpimas arba išsekimas dėl maisto trūkumo, dėl kurio organizmas nunyksta arba nesugeba daugintis. Ši eliminacijos forma skiriasi nuo dviejų pastarųjų (3 ir 4), kurios priklauso tiesioginei eliminacijai. Netiesioginė eliminacija yra susijusi su atranka, vykstančia geresnio apsirūpinimo maistu ir jo naudojimo kryptimi, ir taip atsiranda maitinimosi specializacija.

Ten pat, p. 118—119.

Natūraliosios atrankos formos

Rūšių gyvenimo sąlygos yra labai įvairios; natūralioji atranka, kurios veikimas pasireiškia visur, taip pat įgyja įvairias formas. Priklausomai nuo konkrečių santykių, kurie susiklosto tarp organizmų (rūšių) ir jų gyvenimo sąlygų (aplinkos), natūralioji atranka įgyja vieną ar kitą formą, kurios skiriasi rezultatų pobūdžiu, nors atrankos veikimo mechanizmas išlieka nepakitęs.

Šiuo aspektu svarbios yra šios problemos:

1. Rūšies išlikimas ir jos kitimas pagal natūraliosios atrankos formą.
2. Individualus prisitaikymas, jo reikšmė ir priklausomybė nuo natūraliosios atrankos.
3. Stabilizuojamosios atrankos teorija.

Rūšies išlikimas ir jos kitimas pagal natūraliosios atrankos formą

Natūralioji atranka visada veikia, daugiausia išlaikydama labiau prisitaikiusius individus. Kokios gi ypatybės nulemia didelį prisitaikymą — normalūs bruožai, būdingi visai populiacijai, ar nukrypimai nuo normos?

Kai kurie iš anksčiau pateiktų pavyzdžių iliustruoja individų, kurie skiriasi kokiais nors populiacijai būdingais bruožais (pavyzdžiui, mažiau apsaugotų individų žuvimas vabzdžių ontogenezės eigoje, žvirblių žuvimas audros metu ir t. t.), eliminaciją. Šiais atvejais dėl natūraliosios atrankos išlieka norma, o eliminuojasi nukrypę nuo normos individai; taip yra palaikoma susiklosčiusi forma ir jos santykiai su aplinka...

...Iš tikrųjų *palaikančioji forma* — tai tik atskira natūraliosios atrankos forma, kuri išlieka tik iki tol, kol populiacijos gyvenimo sąlygos, kuriomis ji formavosi istorijos eigoje, bent kiek labiau nenutolsta nuo optimalių. Bet kuri populiacija (arba rūšis) yra istorinio vystymosi konkrečiomis gyvenimo sąlygomis rezultatas; populiacija įgijo tokius bruožus ir savybes, kurie atitinka tik šias sąlygas. Toliau tampa aišku, kad individo nukrypimai nulemia jo menkesnį prisitaikymą, palyginti su norma, ir padidina eliminacijos galimybę...

Tačiau, pasikeitus gyvenimo sąlygoms, populiacija patenka į nepalankias arba mažų mažiausiai į ne tokias palankias sąlygas. Kartu kinta ir natūraliosios atrankos vaidmuo; jos palaikančioji forma užleidžia vietą *vedančiajai formai:* išlieka daugiausia tie nukrypimai nuo normos, kurie yra tinkami naujomis sąlygomis, o buvusi norma eliminuojasi. Pavyzdžiui..., pasikeitus miško pobūdžiui (pušį pakeitė beržas), buvo išnaikinti daugiausia tamsesni

drugiai, kurie anksčiau sudarė normą, o šviesūs išliko... Pakanka šiek tiek pakisti gyvenimo sąlygoms, ir individai, iki tol saugomi natūraliosios atrankos, tampa eliminacijos objektais.

Ten pat, 131—132.

Individualus prisitaikymas, jo reikšmė ir priklausomumas nuo natūraliosios atrankos

Greitai ir staiga pakitus išorinėms sąlygoms, organizmui pereinant iš vienos aplinkos į kitą, turi taip pat greitai ir staiga pakisti ir jo struktūra, funkcijos bei elgsena ir prisiderinti prie naujų aplinkos sąlygų. Tokiomis sąlygomis pirmenybę turi tie individai, kurie yra jautresni aplinkos sąlygoms; jie sugeba pasikeisti priklausomai nuo konkrečių sąlygų, t. y. pasižymi plačia reakcijos norma... .

Akivaizdus rūšies su plačia reakcijos norma pavyzdys gali būti koksagizas. Šis augalas auga Tian Šanyje, aukštų kalnų slėniuose, kur sąlygos labai keičiasi priklausomai nuo laiko ir vietos. Eksperimentu buvo tiksliai nustatyta plati koksagizo reakcijos norma...

Iš to, kas pasakyta, galima padaryti tokias išvadas. Pirma, atsižvelgiant į individualų organizmo prisitaikymą, „paveldimu požymiu" reikia laikyti reakcijos į gyvenimo ir vystymosi sąlygų kitimus normą. Antra, savybe prisitaikyti prie nukrypstančių nuo normos sąlygų organizmai pasižymi todėl, kad populiacija (rūšis) ją įgijo istorinio formavimosi eigoje, veikiant natūraliajai atrankai, jos vedančiajai formai. Trečia, plati populiacijos (rūšies) reakcijos norma atsiranda ir išlieka tik tuo atveju, kai ji pakankamai ilgą laiką egzistuoja kintančiomis, dažnai ir nereguliariai svyruojančiomis aplinkos sąlygomis. O jei sąlygos ilgą laiką (palyginti su individo amžiumi) išlieka nepakitusios arba jų kitimas yra ritmingo pobūdžio, plati reakcijos norma neatsiranda.

Ten pat, p. 132—134.

Stabilizuojamosios atrankos teorija

Perėjimą nuo plačios prie siauros reakcijos normos paaiškina akad. I. Šmalhauzeno stabilizuojamosios atrankos teorija... Jeigu naujos gyvenimo sąlygos ilgai išlieka, pirmenybę įgis tie individai, kurie atitinka adaptyvinę normą, o nukrypimai nuo jos eleminuosis. Pagal Šmalhauzeną, stabilizuojamoji atrankos forma realizuojasi dėl to, kad normali struktūra pasidaro selekciniu at-

žvilgiu pranašesnė, palyginti su nukrypimais nuo normos, kuri nusistovėjo arba dar tik nusistovi naujomis gyvenimo sąlygomis...

Veikiant natūraliosios atrankos stabilizuojamajai formai ilgai trunkančiomis pastoviomis arba mažai kintančiomis aplinkos sąlygomis, organizmo reakcijos norma susiaurėja. Reakcijos norma gali paplatėti tik dėl tiesioginės paveldimųjų pakitimų atrankos (t. y. veikiant vedančiajai natūraliosios atrankos formai). Vedančioji ir stabilizuojamoji natūraliosios atrankos formos visada veikia išvien; tai nuodugniai paaiškina, kodėl plati reakcijos norma yra būdinga tik organizmams, kurie gyvena kintančiomis aplinkos sąlygomis: jos atsiradimas — tai vedančiosios formos rezultatas; pradėjus gyventi pastovesnėmis ir nereguliariai svyruojančiomis aplinkos sąlygomis, reakcijos norma susiaurėja, veikiant stabilizuojamajai formai.

Kas atsitiktų, jeigu gyvūnas arba augalas, veiktas stabilizuojamosios atrankos, vėl patektų į pradines (buvusias) sąlygas? Kiekviena adaptyvinė modifikacija yra grįžtama. Tačiau populiacija (pavyzdžiui, graužikų), ilgą laiką veikta stabilizuojamosios atrankos gyvenamosiose vietovėse, kuriose aukštesnė aplinkos temperatūra, išlaiko savo požymį, perkėlus ją į šiaurę. Stabilizuojamasis natūraliosios atrankos veikimas padaro organizmo požymius, būdingus naujajai normai, pastovius (stabilius).

Šį pastovumą nulemia tai, kad, veikiant stabilizuojamajai atrankai, reakcijos norma susiaurėja. Kiekvieno atskiro individo naujo požymio, kurį nulemia paveldimas kintamumas, vystymasis mažiau priklauso nuo aplinkos sąlygų. Pavyzdžiui, paveldimas kiškio ausų ilgumas tuo ir skiriasi nuo modifikacijos, kad, kiškiui individualiai vystantis, šis požymis susidaro daugiau automatiškai, jis mažiau priklauso nuo atsitiktinių būtino veiksnio (tam tikros temperatūros) svyravimų vystymosi eigoje. Neišvengiamas stabilizuojamosios atrankos veikimo rezultatas bus tam tikra individualaus vystymosi (ontogenezės) autonomizacija, taigi išoriniai vystymosi veiksniai yra pakeičiami vidiniais.

Ten pat, p. 134—135.

Žmogaus įtaka evoliucijai

Darbinės veiklos eigoje žmogus, keisdamas Žemės veidą ir jos augaliją bei gyvūniją, sprendžia sudėtingus gamybinių gamtos jėgų vystymo klausimus. Žmogaus įtaka gyvajai gamtai darosi vis gilesnė ir įvairiapusiškesnė. Gamtos pertvarkymo tempai ir pačios šių pertvarkymų kryptys didėjo ir kito, vystantis visuomeninio žmogaus gyvenimo formoms. Mūsų laikais, kai TSRS ir daugelyje kitų šalių įsigalėjo socialistinė visuomeninė santvarka, gamtos ir jos gamybinių jėgų pertvarkymo problemos tampa ypač aktualios. Savaime aišku, kad ne visos šio milžiniško dina-

miško proceso pusės yra biologo kompetencijoje. Tačiau galima drąsiai sakyti, kad bet kuri Žemės paviršiaus, landšaftų pertvarkymo forma, jos paviršiaus reljefo pakeitimai, dirvonuojančių žemių pavertimas kultūriniais laukais, pievų — naminių gyvulių ganyklomis, racionalus miško turtų naudojimas, upių vagų pakeitimas, vertingų medžiojamųjų verslinių, kailinių žvėrių introdukcija iš kitų šalių, naujų vandens telkinių sukūrimas ir kitos liaudies ūkio priemonės iš esmės arba net iš pagrindų keičia gamtą.

Planinga darbine veikla žmogus pertvarko biocenozinius kompleksus ir, gerokai pakeisdamas juos, veikia pačius organinės evoliucijos mechanizmus, sukurdamas naujus genetinių kitimų genominėse organizmų sistemose veiksnius.

Naudodamas dirbtinės atrankos metodus ir aktyviai veikdamas organizmų paveldimąjį kintamumą, žmogus sukuria naujas kultūrinių augalų, naminių gyvulių formas, naujus mikroorganizmų biotipus, naudojamus medicinoje, maisto pramonėje ir technikoje.

Žmogus veikia organinę gamtą įvairiausiais būdais. Kad būtų galima kryptingai keisti gyvąją gamtą, labai svarbią, o kartais ir sprendžiamą reikšmę turi evoliucijos proceso dėsningumų žinojimas. Norint aktyviai kištis į gamtos gyvenimą, būtina žinoti organizmų savitarpio santykių formas, atsižvelgti į konkrečias biologinės konkurencijos formas, natūraliosios atrankos kryptis, organizmų santykių su abiotine aplinka pobūdį.

Ten pat, p. 442.

Engelsas Fridrichas. Anti-Diuringas. Vilnius, 1958.
Engelsas F. Darbo vaidmuo beždžionės sužmogėjimo procese. Vilnius, 1975.
Engelsas Fridrichas. Gamtos dialektika. Vilnius, 1960.
Engelsas F. Kalba prie Markso kapo. — K. Marksas, F. Engelsas. Rinktiniai raštai. T. II, Vilnius, 1950.
Engelsas F. Socializmo išsivystymas iš utopijos į mokslą. — K. Marksas, F. Engelsas. Rinktiniai raštai. T. II. Vilnius, 1950.
Leninas V. Kas tie „liaudies draugai" ir kaip jie kovoja su socialdemokratais? — Pilnas raštų rinkinys. T. I. Vilnius, 1976.
Darvinas Čarlzas. Rūšių atsiradimas natūraliosios atrankos būdu. Vilnius, 1959.
Timiriazevas K. A. Čarlzas Darvinas ir jo mokslas. Vilnius, 1950.
Маркс К. Письмо Ф. Энгельсу 19 декабря 1860 г. — Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., изд. 2. Т. 30.
Маркс К. Письмо Ф. Лассалю 16 января 1861. — Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., изд. 2. Т. 30.
Энгельс Ф. Письмо К. Марксу 11 или 12 декабря 1859 г. — Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., изд. 2. Т. 29.
Алов И. А., Брауде А. И., Аспиз М. Е. Основы функциональной морфологии клетки. М., «Медицина», 1966.
Алехин В. В. и др. География растений с основами ботаники. М., Учпедгиз, 1961.
Алиханян С. И. Современная генетика. М., «Наука», 1967.
Анфинсен К. Молекулярные основы эволюции, под ред. акад. В. А. Энгельгардта. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
Ангелов Е. В., Нестурх М. Ф. «Homo habilis», или «Человек умелый». «Природа», 1967, № 4.
Аугуста И. Великие открытия. М., «Мир», 1967.
Ауэрбах Ш. Генетика. М., Атомиздат, 1966.
Афцелиус Б., Анатомия клетки. М., «Просвещение», 1968.
«Бионика», отв. ред. М. Г. Гаазе-Рапопорт, В. Э. Якоби. М., «Наука», 1965.
Борисковский П. И. Древнейшее прошлое человечества. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957.
Бернал Джон. Возникновение жизни. М., «Мир», 1969.
Бурльер Ф. Старение и старость. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
Бэр К. М. Автобиография. М., Изд-во АН СССР, 1950.
Вавилов Н. И. Избр. произв. Т. 1. Л., «Наука», 1967.
Вавилов Н. И. Ботанико-географические основы селекции. — Избр. соч. Т. I. Л., «Наука», 1967.
«Введение в цитологию», под ред. проф. В. П. Михайлова. Л., «Медицина», 1968.
Вернадский В. И. Избр. соч. Т. V. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965.
Вилли К. Биология. М., «Мир», 1966.
«Вопросы антропологии», вып. 19, 20. Изд-во МГУ, 1965.
Гайсинович Н. И. Зарождение генетики. М., «Наука», 1967.
Дарвин Ч. Воспоминания о развитии моего ума и характера (автобиография). М., Изд-во АН СССР, 1957.

Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений. Соч. Т. 4. 1951.

Давиташвили Л. Ш. Современное состояние эволюционного учения на Западе. М., «Наука», 1966.

Дарвин Ч. Происхождение человека и половой отбор.— Соч. Т. 5. 1953.

Давыдовский И. В. Геронтология. М., «Медицина», 1966.

Дубинин Н. П. Теоретические основы и методы работ И. В. Мичурина. М., «Просвещение», 1966.

Дубинин Н., Губарев В. Нить жизни. М., Атомиздат, 1966.

П. Дювиньо, М. Танг. Биосфера и место в ней человека. М., «Прогресс», 1968.

«Живая клетка», под ред. акад. Г. М. Франка. М., «Мир», 1966.

Завадский К. М. Учение о виде. Изд-во ЛГУ, 1961.

Зенкевич Л. А. Моря СССР, их фауна и флора. М., Учпедгиз, 1956.

«История эволюционных учений в биологии», под ред. В. И. Полянского, Ю. И. Полянского. М.—Л., «Наука», 1966.

Ковалевский А. О. Избранные работы. М., Изд-во АН СССР, 1951.

Ковалевский В. О. Палеонтология лошадей. М., Изд-во АН СССР, 1948.

Лобашев М. Е. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1967.

Мартека В. Бионика. М., «Мир», 1967.

Матвеев Б. С. Прогресс и регресс в эволюции. «Природа», 1967, № 5.

Мендель Г. Опыты над растительными гибридами. М., «Наука», 1965.

Мичурин И. В. Собр. соч. Т. I, II. М., «Сельхозгиз», 1948.

Мичурин И. В. Итоги шестидесятилетних работ. М., Изд-во АН СССР, 1950.

Мюнтцинг А. Генетика. М., «Мир», 1967.

Наумов Н. П. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963.

Нестурх М. Ф. Происхождение человека. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Опарин А. И. Современные данные о происхождении жизни. М., «Знание», 1966.

«О сущности жизни», отв. ред. чл.-корр. АН СССР Г. М. Франк и чл.-корр. АН СССР А. М. Кузин. М., «Наука», 1964.

Павлов И. П. Полн. собр. соч. Т. III. 1951.

Петров Д. П. Генетика и сельское хозяйство. М., «Колос», 1967.

Правдин Ф. Н. Дарвинизм. М., «Просвещение», 1968.

«Проблемы старения и долголетия». М., «Наука», 1966.

Райков Б. Е. Карл Бэр. Его жизнь и труды. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952.

Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Т. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951.

Рейвин А. Эволюция генетики. М., «Мир», 1967.

Де Робертис Э., Новинский В., Саэс Ф. Биология клетки. М., «Мир», 1967.

«Руководство по цитологии» Т. I. М.—Л., «Наука», 1965; Т. II. 1966.

Северцов А. Н. Главные направления эволюционного процесса, изд. 3. Изд-во МГУ, 1967.

«Современные проблемы эволюционной теории», под. ред. В. И. Полянского и Ю. И. Полянского. Л., «Наука», 1967.

Стэнли У. и Вэленс Э. Вирусы и природа жизни. М., Изд-во иностр. лит., 1963.

Тейяр де Шарден П. Феномен человека. М., «Прогресс», 1965.

Тимирязев К. А. Исторический метод в биологии.— Соч. Т. VI. 1939.

Тимирязев К. А. Дарвинизм и селекция. М.—Л., Сельхозгиз, 1937.

Токин Б. П. Целебные яды растений. Лениздат, 1967.

Уоллэс А. Р. Естественный подбор. СПб., 1878.

Уоллэс А. Дарвинизм. М., 1898.
«У истоков человечества», отв. ред. В. П. Якимов. Изд-во МГУ, 1964.
Урысон М. И. У колыбели человеческого рода. «Природа», 1965, № 9
Шванн Теодор. Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1939.
Шмальгаузен И. И. Проблемы дарвинизма. М., «Советская наука», 1946.
Штерн К. Основы генетики человека. М., «Медицина», 1965.
Элтон Ч. Экология нашествий животных и растений. М., Изд-во иностр. лит., 1960.
Эмме А. М. Биологические часы. Новосибирск, «Наука», 1967.
Эрлих П., Холм Р. Процесс эволюции. М., «Мир», 1966.
ЮНЕСКО. Совещание экспертов по биологическим аспектам расовой проблемы. Москва, 12—18 августа, 1964. «Вопросы антропологии», вып. 20, 1965.

TURINYS

Įvadas 3

1. **Č. Darvino evoliucijos teorija** 6
Autobiografija 7
Pagrindiniai Č. Darvino teorijos teiginiai 13
Kintamumas ir paveldimumas 14
Dirbtinė atranka 20
Kova dėl būvio 31
Natūralioji atranka 36
Volis apie natūraliąją atranką 46
Dirbtinės ir natūraliosios atrankos palyginimas 49
Organizmų prisitaikymas ir santykinis jo pobūdis 50
Rūšis ir rūšių susidarymas 52
Augalų ir gyvūnų klasifikacija 57
Č. Darvino teorijos reikšmė 60

2. **Organinio pasaulio vystymasis** 67
Natūralioji atranka — organinio pasaulio evoliucijos varomoji jėga .. 67
Gyvybės kilmė 71
Pagrindinės evoliucijos kryptys 79
Anatominiai-fiziologiniai evoliucijos įrodymai 97
Embriologiniai evoliucijos įrodymai 101
Paleontologiniai evoliucijos įrodymai 105
Biogeografiniai evoliucijos įrodymai 111

3. **Žmogaus kilmė** 113
Žmogaus kilmės iš gyvūnų įrodymai 114
Veiksniai, nulėmę žmogaus kilmę 120
Darbo vaidmuo atsirandant žmogui 128
Žmogaus genealogija 130
Apie žmonių rases 151

4. **Mokslas apie ląstelę** 157
Pagrindiniai citologijos vystymosi etapai 157
Ląstelės struktūrų sandara ir funkcijos 168
Baltymų biologinės sintezės ir genetinio kodo problema 184
Ląstelėje vykstančios medžiagų ir energijos apykaitos pagrindiniai dėsningumai 193
Gyvybės požymiai 210
Virusai 218

5. **Organizmų dauginimasis ir individualus vystymasis** 228
Embriologijos laimėjimai XIX a. pradžioje 228
Chromosomų sandara ir cheminė sudėtis 238
Ląstelės dalijimasis 243
Žmonija ir senatvės problema 251

6. Genetikos ir selekcijos pagrindai 258
Monohibridinis kryžminimas 261
Dihibridinis kryžminimas 264
Nukrypimų nuo laukiamo požymių išsiskyrimo analizė 269
Genai ir chromosomos 276
Genetinė lyties determinacija 282
Kintamumo dėsningumai 287
Citoplazminis paveldimumas 306
Augalų selekcija 307
Mokymas apie pradinę medžiagą. Svarbiausių kultūrinių augalų pasauliniai židiniai (kilmės centrai) 307
Gyvulių selekcija 327
Žmogaus genetika 331

7. Organizmas ir aplinka 343
Organizmo ir aplinkos sąveika 343
Biologiniai ciklai 352
Organizmų savitarpio santykiai 364
Biologinės bendrijos 378

8. Biosfera ir žmogus 389
Kas tai yra biosfera 389
Technika mokosi iš gamtos 397
Gamtosauga 401

9. Evoliucijos teorijos šiuolaikinės problemos 404
Evoliucijos teorijos plėtojimas po Darvino 404
Genetinių sistemų evoliucija 405
Genų mutacijų vaidmuo evoliucijoje 408
Biocheminiai rūšių susidarymo pagrindai 411
Rūšies ir jos atsiradimo problema 414
Natūraliosios atrankos veikimo kryptys 420
Žmogaus įtaka evoliucijai 424
Literatūra 426

BENDROSIOS BIOLOGIJOS CHRESTOMATIJA
vidurinių mokyklų mokiniams
Sudarė O. Kazakova, L. Korotkova, Z. Mokejeva

Redaktorė M. Andriūnienė
Viršelis D. Bieliauskaitės
Men. redaktorė A. Onaitytė
Techn. redaktorė N. Kasenkovienė
Korektorė M. Valantienė
Vertimą recenzavo Janina Lapinskaitė

ХРЕСТОМАТИЯ ПО ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
для учащихся средней школы
Составили: О. В. Казакова, Л. С. Короткова, З. А. Мокеева
Оригинал под ред. В. М. Корсунской
Перевели с русского Йонас Кямешюс, Ромуальдас Якявичюс
Рекомендовано Министерством просвещения Литовской ССР.
На литовском языке
Литовская ССР, Каунас, пр. Ленина, 25, издательство «Швиеса»

ПБ № 783

Duota rinkti 78.03.20. Pasirašyta spausdinti 78.10.25. Formatas 60×90¹/₁₆, popierius spaudos Nr. 3, garnitūra literatūrinė, iškilioji spauda, 1 spalva, 27+0,5 (priešl.) sąl. sp. lnk., 30+0,4 (priešl.) leid. lnk. Tiražas 25 000 egz. Užsak. Nr. 2190. Leid. Nr. 8114.

Kaina 85 kap.

Leidykla „Šviesa", 233000 Kaunas, Lenino pr. 25.
V. Kapsuko-Mickevičiaus spaustuvė, 233000 Kaunas, Lenino pr. 23.